دَائِـــرَةُ مَعَـــارِفِ القَرْنِ الحَادِي وَالعِشْرِين
لِلعُلُومِ والتِّكْنُولوجْيا المتَطَوِّرَةِ وَالطَّبِيعَة

كتب تايم لايف

١٠ الآلاتُ والاخْتِرَاعَاتُ 10



الناشرون

دار الكتاب المصرى
القاهرة



دار الكتاب اللبنانى
بيروت

الْمُحْتَوَيَاتُ

1 اخْتِرَاعَاتٌ غَيَّرَتِ التَّارِيخَ

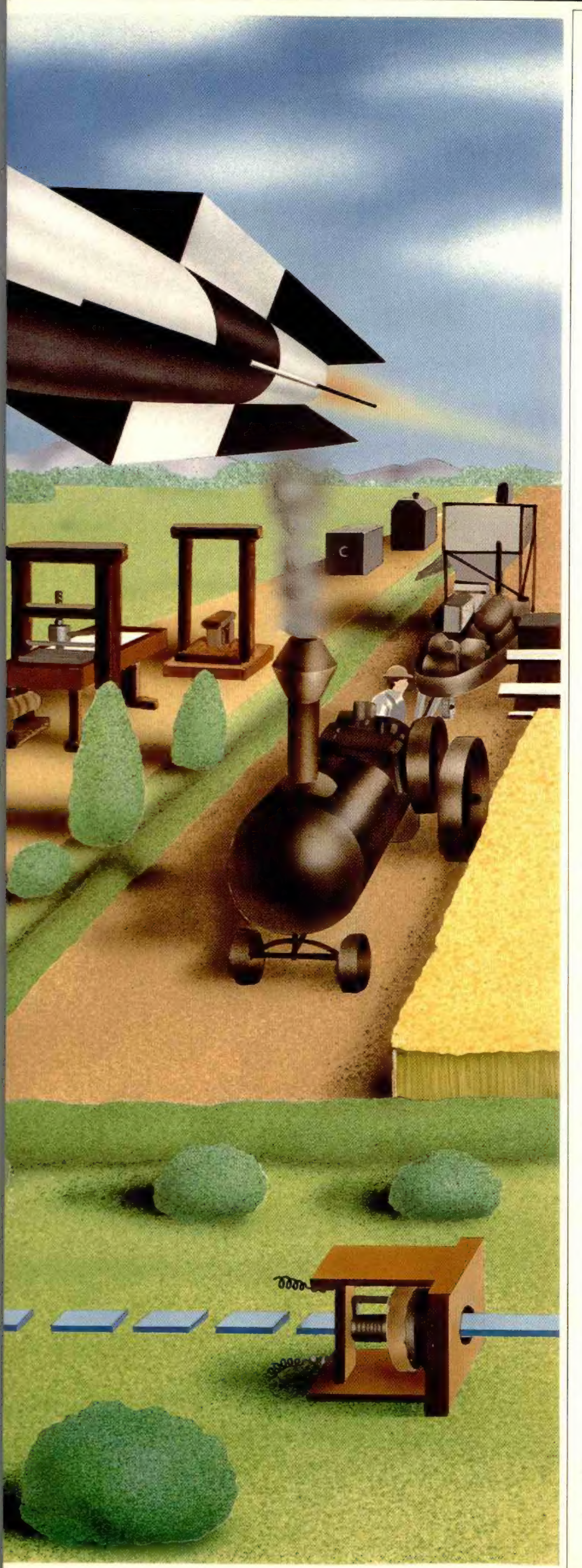
2 آلاتُ الصِّنَاعَةِ وَالعُلُومِ

3 طَفْرَةٌ فِي تَجْهِيزَاتِ الْمَكَاتِبِ

4 آلاتٌ لِوَقْتِ الْفَرَاغ

5 آلاتٌ لِلْمَنزِل

6 مُعجزَاتٌ طِبِّيَة

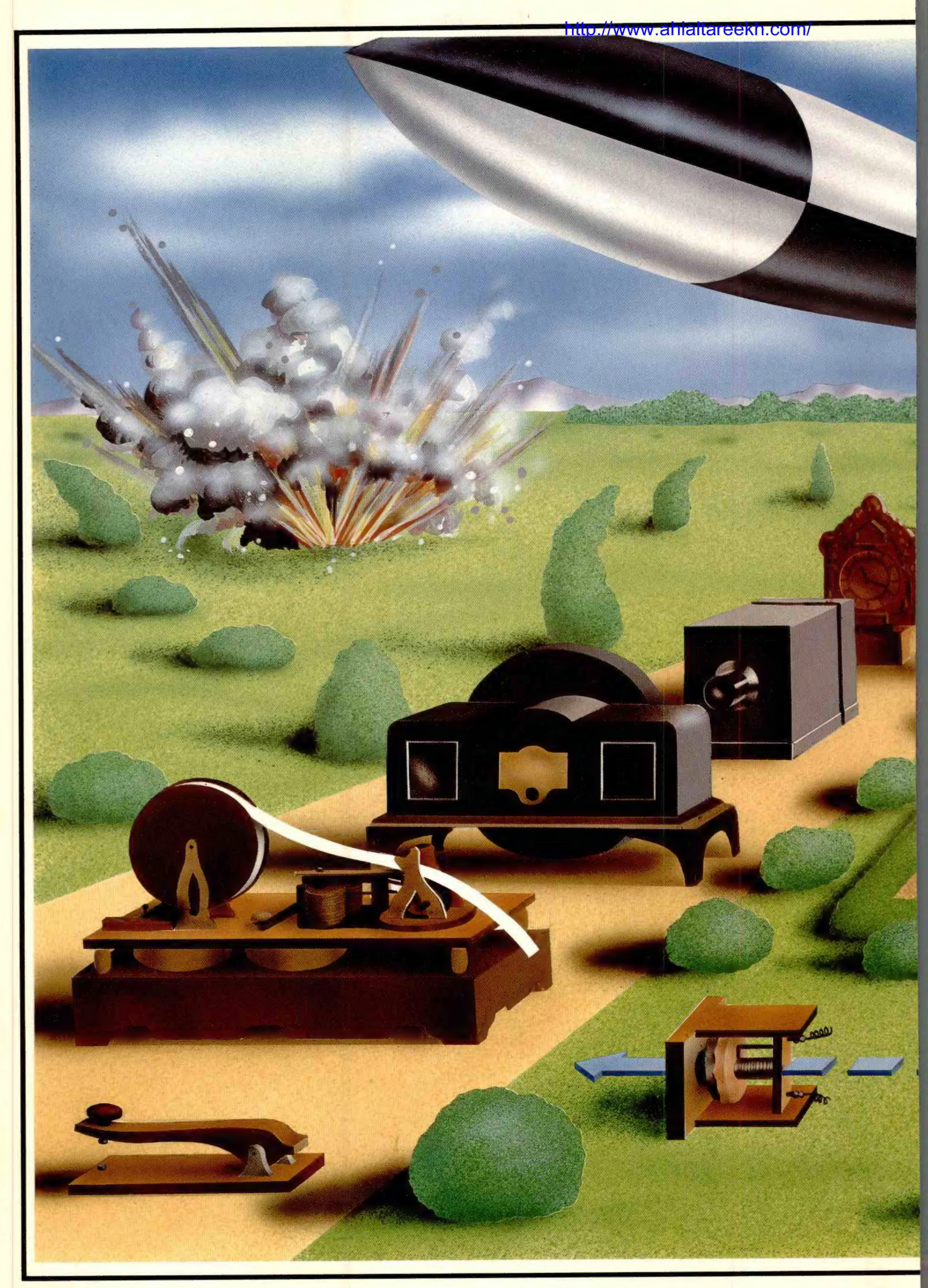


1 اِخْتِرَاعاتٌ غَيَّرَت التَّارِيخَ

إنَّ الْحَافِزَ لِلْمُخْتَرِعِينَ هُوَ الْحَاجَةُ لِتَوْفِيرِ الْمجهودِ وَجَعْلِ الْأَشْيَاءِ تَعمَلُ بِصُورَةٍ أَفْضَلَ . وَقَدْ حَاوَلَ النَّاسُ عَلَى مَدارِ آلافِ السِّنِينَ أَنْ يُحَسِّنُوا حَيَاتَهُمْ ، أَوَّلًا بِالاخْتِرَاعاتِ الْأَسَاسِيَّةِ ــ النَّارِ وَالْأَدَوَاتِ الْبَسِيطَةِ وَالْعَجلَةِ ــ ثُمَّ بِالْآلاتِ الْأَكْثَرِ تَعْقِيدًا . وَقد اسْتَفَادَ عَالَمُنَا مِنْ هَذِهِ الاِخْتِرَاعَاتِ وَمِنْ تَأْثِيرِ آلافِ التَّطَوُّرَاتِ التَّقْنِيَّةِ ، كَبِيرِهَا وَصَغِيرِهَا . وَلَكِنَّ قَلِيلًا مِن الاِخْتِرَاعَاتِ كَانَتْ ذَاتَ تَأْثِيرٍ قَوِيٍّ جِدًّا ، لِدَرَجَةِ أَنَّهُ يُمْكِنُ اعْتِبارُهَا قَدْ غَيَّرَتْ مَجْرَى التَّارِيخِ .

فَإِذَا نَظَرْنَا إِلَى تَارِيخِ التَّقَدُّمِ التِّكْنُولُوجِى ، فَإِنَّ رَائِدَ الكُمْبِيُوتَر نُورْبِرْت فَايْنَر قَدْ قَسَّمَ الْعَصْرَ الْحدِيث إِلَى ثَلاثَةِ عُصُورٍ رَئِيسِيَّةٍ . الْأَوَّل سَمَّاهُ عَصْرَ السَّاعَةِ . فَتَطَوُّرُ دِقَّةِ أَجْهِزَةِ حِسَابِ الْوَقْتِ مُنْذُ الْقَرْنِ ١٤ سَاعَدَت الْمُسْتَكْشِفِينَ الْعِظَامَ عَلَى تَقْدِيرِ مَوَاقِعِهِمْ بِدِقَّةٍ مُتَنَاهِيَةٍ خِلالَ رِحْلاتِهِم الاِسْتِكْشَافِيةِ . وَالْعَصْرُ الثَّانِى لِفَايْنَر هُوَ عَصْرُ آلَةِ الاِحْتِرَاقِ الدَّاخِلِى . فَقَدْ كَانَ لِتَطَوُّرِ الْآلَةِ الْعَمَلِيَّةِ الَّتِى تَسْتَمِدُّ قُدْرَتَهَا مِن الْبِنْزِين أَثَرُهُ الْوَاضِحُ فِى زِيَادَةِ حَرَكَةِ الْبَشَرِ وَإِتَاحَةِ غَزْوِ الْهَوَاءِ . وَالْعَصْرُ الثَّالِثُ لِفَايْنَر هُوَ الْعَصْرُ الْحَالِىُّ ــ عَصْرُ الكمْبِيُوتَر ــ حَيْثُ تُسْتَخْدَمُ الْأَجْهِزَةُ الْحَاسِبَةُ المبَرْمَجَةُ فِى كُلِّ شَىْءٍ تَقْرِيبًا ، مِنْ آلاتِ الْغَسِيلِ إِلَى مَرْكَبَاتِ الْفَضَاءِ . وَقَدْ سَجَّلَ بَعْضُ الْمؤَرِّخِينَ اخْتِرَاعَاتٍ أُخْرَى غَيَّرَتْ مَجْرَى التَّارِيخِ ، مِنْهَا آلَةُ الطِّبَاعَةِ ، وَالْبَارُودُ ، وَالْآلَةُ الْبُخَارِيَّةُ . وَعَلَى الْعُمُومِ ، فَبِالنَّظَرِ إِلَى تَارِيخِ التَّطَوُّرِ التِّكْنُولُوجِى ، يَتَّضِحُ أَنَّ ابْتِكَارَاتِ الْبَشَرِيَّةِ قَدْ غَيَّرت الْعَالَمَ الَّذِى نَعِيشُ فِيهِ جِذْرِيًّا .

مَجْمُوعَةٌ مِن التَّطَوُّرَاتِ الْعِلْمِيَّةِ وَالتِّكْنُولُوجِيَّةِ الَّتِى أَثَّرَتْ فِى حَيَاةِ الْبَشَرِ . وَسَتَظْهَرُ اخْتِرَاعَاتٌ جَدِيدَةٌ تُغَيِّرُ التَّارِيخَ مَرَّةً أُخْرَى عَلَى مَدارِ الزَّمَنِ .



كَيْفَ اخْتُرِعَتْ آلَةُ الطِّبَاعَةِ ؟

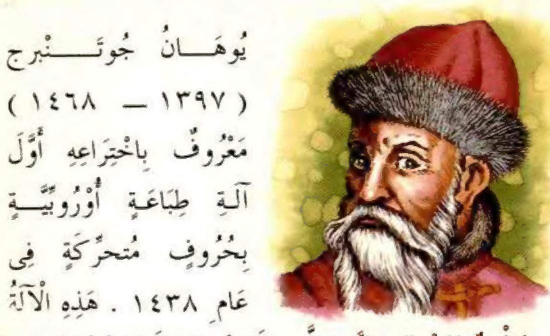
كَانت الْكُتُبُ نادِرَةً وَبَاهِظَةَ الثَّمنِ قَبْلَ مُنْتَصفِ الْقَرْنِ ١٥ ، فَقَدْ كَانَ المَثابِرُونَ يَنْسَخُونَهَا وَيرْسُمُونَها بالْيَدِ . وَفِي الصِّينِ ، حَفر النَّاسُ أَلْوَاحًا مِن الْخشَبِ بالْكَلِمَاتِ وَالصُّوَرِ ، وَحَبَّرُوا الأَلْوَاحَ ثُمَّ ضَغَطُوهَا عَلَى الْوَرَقِ . وَلَكِنَّ هَذِهِ الْعَمَلِيَّةَ كَانَتْ بَطِيئَةً جِدًّا . ثُمَّ قَامَ صَائِغُ فِضَّةٍ أَلْمانِيٌّ يُدْعَى يُوهَان جُوتَنْبرج بِاخْتِراعِ أَوَّلِ آلَةِ طِبَاعَةٍ تَسْتَخْدِمُ حُرُوفًا مُتحرِّكَةً ، فَقَدْ سَبَكَ جُوتَنْبرج حُرُوف الْهِجَاءِ مُنْفَصِلَةً مِنْ سَبِيكَةٍ مِن الرَّصَاصِ وَالْقَصْدِيرِ وَالأَنْتِمُون . وَبَعْدَ سِبَاكَةِ الْحُرُوفِ يُمْكِنُ تَرْتِيبُهَا لِتُكَوِّنَ كَلِمَاتٍ لِصَفْحَةٍ كَامِلَةٍ مِنْ مَوْضُوعٍ . وَبِضَغْطِ فَرْخٍ مِن الْوَرَقِ عَلَى النَّمُوذَجِ الْمُغَطَّى بِالْحِبْرِ فَإِنَّهُ يُمْكِنُ الْحُصُولُ عَلَى صَفْحَةٍ كَامِلَةٍ مَطْبُوعَةٍ . وَكَانَ يَتِمُّ طِبَاعَةُ حَتَّى ١٠٠ نُسْخَةٍ مِنْ كُلِّ صَفْحَةٍ ، ثُمَّ يُفَكُّ النَّموذَجُ لِتَكْوِينِ الصَّفْحَةِ التَّالِيَةِ ، وهكَذَا حَتَّى يُطْبَعَ كِتَابٌ بِأَكْمَلِهِ . وَقَدْ أَكَّدَتْ سُرْعَةُ طَرِيقَةِ جُوتَنْبرج أَنَّهُ يُمْكِنُ مُنْذُ هَذَا الْوَقْتِ طِبَاعَةُ الْكُتُبِ بِالْمِئَاتِ بِسُهُولَةٍ ، مِمَّا أَدَّى إِلَى انْتِشَارِ الْمَعْرِفَةِ وَالأَخْبَارِ وَالآرَاءِ عَبْرَ أُورُوبَّا .



١ ــ الْجمْعُ . يَلْتَقِطُ الطَّبَّاعُ نَمَاذِجَ الْحُرُوفِ مِنْ صُنْدُوقِ الْحُرُوفِ (أسفل) لِيُكَوِّنَ سَطْرًا مِن النَّصِّ فِي مِصَفِّ الْحرُوفِ الْخَشَبِيِّ .

٢ ــ رَصُّ السُّطُورِ . يُرَتِّبُ الطَّابِعُ صُفُوفَ النَّصِّ بِاسْتِخْدَامِ مِصَفِّ الْحُرُوفِ لِيُكَوِّنَ صَفْحَةً كَامِلَةً مِن النَّصِّ فِي لَوْحِ رَصِّ السُّطُورِ (أعلى يسار) .

٣ ــ التَّحْبِيرُ . يَنْقُلُ الطَّبَّاعُ الصَّفْحَةَ الْمَرْصُوصَةَ إِلَى آلَةِ الطِّبَاعَةِ وَيُحَبِّرُهَا بِاسْتِخْدَامِ كُرَةِ الْحِبْرِ .

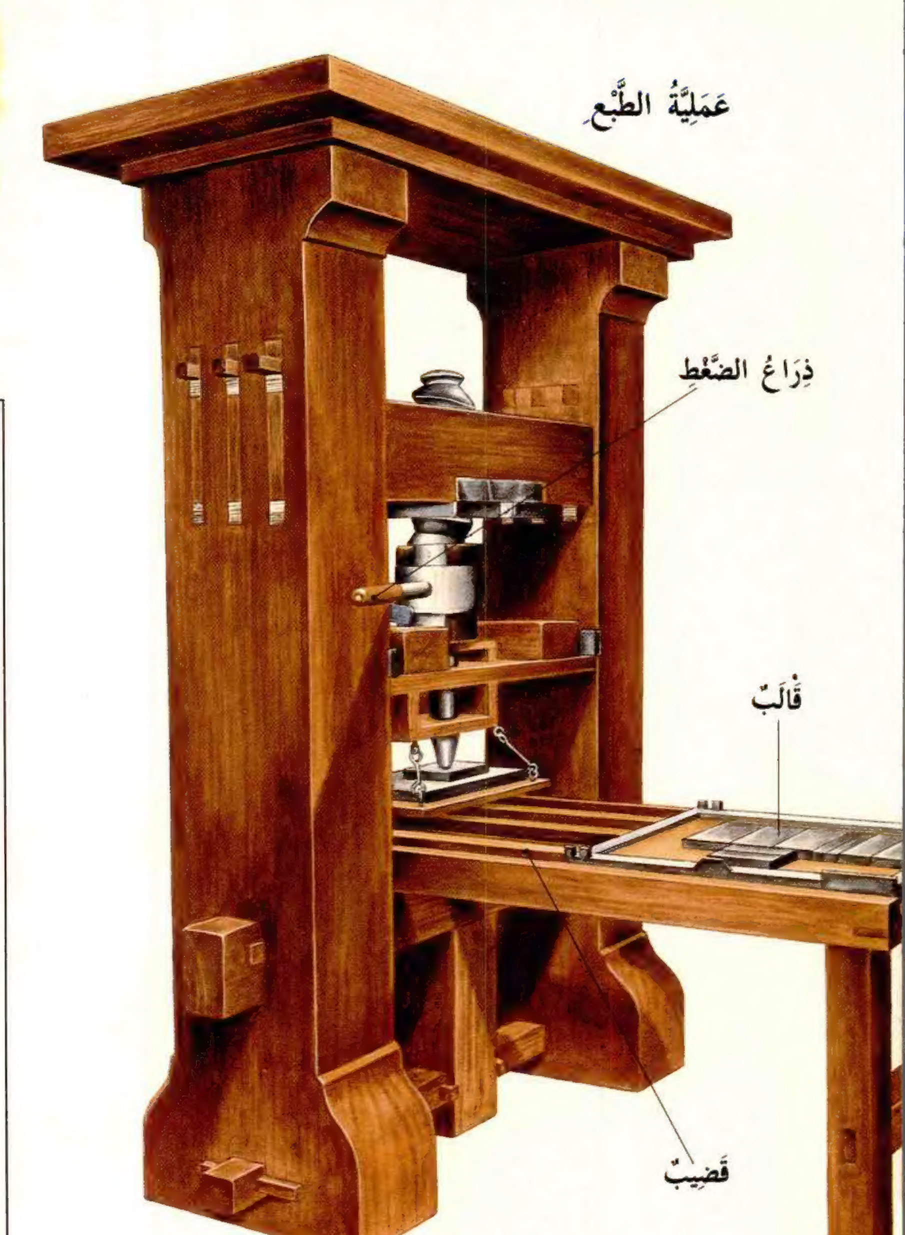


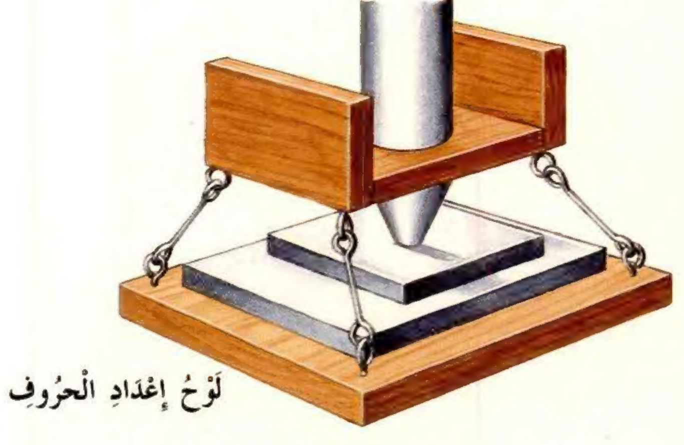
يُوهَــانُ جُوتَــنْبرج (١٣٩٧ — ١٤٦٨) مَعْرُوفٌ بِاخْتِرَاعِهِ أَوَّلَ آلَةِ طِبَاعَةٍ أُورُوبِّيَّةٍ بِحُرُوفٍ مُتحرِّكَةٍ فِي عَامِ ١٤٣٨ . هَذِهِ الْآلَةُ تَطْوِيرٌ لِمَعْصَرَةِ النَّبِيذِ الَّتِي كَانَتْ شَائِعَةَ الاسْتِعْمَالِ فِي مَزَارِعِ الْكُرُومِ بِالْقُرْبِ مِنْ مَسْقَطِ رَأْسِهِ .

سَبْكُ الْحُرُوفِ :

قَطَعَ جُوتنْبرج كُتْلَةً مِنْ مَعْدِنٍ صُلْبٍ عَلَى شَكْلِ أَحَدِ الْأَرْقَامِ (١) . ثُمَّ ضَغَطَ كُتْلَةَ النَّسْخِ عَلَى مَعْدِنٍ لَيِّنٍ لِيَحْصُلَ عَلَى النُّسْخَةِ(٢)وَصَبَّ سَبِيكَةً مُنْصَهِرَةً فِي الصُّنْدُوقِ (٣) ، وَتَرَكَ السَّبِيكَةَ لِتَتَجَمَّدَ إِلَى نَمُوذَجٍ بَارِزٍ لِلرَّقْمِ (٤) .

عَمَلِيَّةُ الطَّبْعِ





٤ — اَلطِّبَاعَةُ . يَضَعُ الطَّبَّاعُ وَرَقَةً فَوْقَ الْحُرُوفِ فِي الْقَالَبِ وَيُثَبِّتُهُ فِي مَكَانِهِ بِإِطَارٍ . وَبِتَدْوِيرِ الرَّافِعَةِ ، يُؤَثِّرُ الضَّغْطُ عَلَى اللَّوْحِ وَيُطْبَعُ النَّصُّ .

إِنْجِيلُ جُوتنْبرج

كَانَ أَوَّلُ كِتَابٍ طَبَعَهُ جُوتنْبرج هُوَ إِنْجِيلٌ أَعَدَّهُ فِي ٤٢ سَطْرًا بِكُلِّ صَفْحَةٍ وَنَشَرَهُ عَامَ ١٤٥٥ . وَكَانَتِ الرُّسُومَاتُ الزُّخْرُفِيَّةُ مَازَالَتْ تُرْسَمُ بِالْيَدِ .



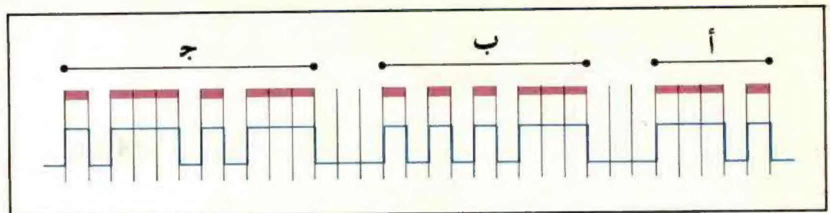
مَنْ قَامَ بِتَطْوِيرِ التِّلِغْرَافِ؟

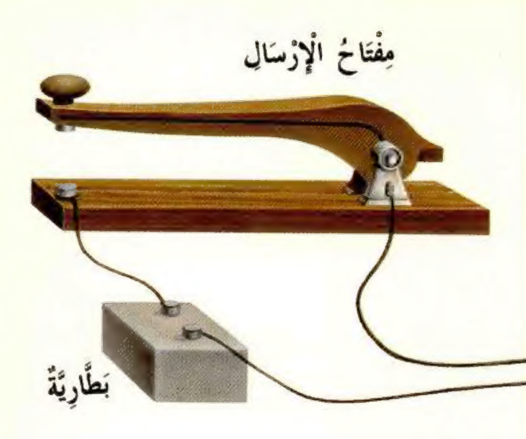
اِكْتَشَفَ الْعُلَماءُ فِى أَوَاخِرِ الْقَرْنِ ١٨ أَنَّهُ يُمْكِنُ نَقْلُ التَّيارِ الكَهْربِىِّ لمسَافَاتٍ طَوِيلَةٍ عَبْرَ الْأَسْلَاكِ فى التَّوِّ تَقْرِيبًا . وَاسْتَمرَّت التَّجَارِبُ خِلَالَ الْقَرْنِ ١٩ ، وَبحُلُولِ عَامِ ١٨٣٥ كَانَ صَمُويل ف . ب . مورس قد اخْتَرَعَ أَوَّلَ تِلغْرَافٍ عَمَلِىٍّ . وَكَانَ جهَازُ مُورس يَنْقُلُ دَفْعَاتِ التَّيَّارِ الْقَصِيرَةَ وَالطَّوِيلَة ـ النُّقطَ وَالشُّرطَ ـ الَّتِى تُمَثِّلُ الحُرُوف الْهِجَائِيَّةَ وَالْأَرْقَامَ باسْتِخْدَامِ تَوْلِيفَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ مِنْهَا . وَكَانَتْ نبضَاتُ التَّيَّارِ تُسَبِّبُ قِيَامَ مَغْنَاطِيسٍ بِتَحْرِيكِ رِيشَةٍ فِى جِهَازِ الِاسْتِقْبَالِ تُسَجِّلُ تَتَابُعَ النُّقَطِ وَالشُّرَطِ لِيَحُلَّ شِفْرَتَهَا عَامِلُ التِّلغْرَافِ فِيمَا بَعْدُ .

وَقَدْ سَاعَدَتْ مَحطَّاتُ التَّوْصِيلِ عَلَى حَمْلِ الْإِشَارَاتِ لمسَافَاتٍ طَوِيلَةٍ ، وَسَرْعَانَ مَا تَمَّ مَدُّ أَوَّلِ خطٍّ تِلِغْرَافِىٍّ يَرْبطُ إِنْجلْترَا بقَارَّةِ أُورُوبَّا . وَبِحُلُولِ عَامِ ١٨٥٨ تَمَّ مَدُّ أَوَّلِ خطٍّ عَبْرَ الْأَطْلَنطِىِّ بَيْنَ أَيْرْلَنْدَا ونيوفَونْدْلاند . وَرَغْمَ أَنَّ هذا الْخطَّ الْأَوَّل تَوَقَّف عَنِ الْعَمَلِ سَرِيعًا بَعْدَ تَرْكِيبِهِ ، إِلَّا أَنَّ الْخطَّ الثَّانى الَّذِى تَمَّ اسْتِكْمَالُهُ عَامَ ١٨٦٦ قَدْ عَمِلَ لِفَتْرَةٍ أَطْوَلَ . وَفَجْأَةً ، أَصْبَحَ فِى الْإِمْكَانِ الِاتِّصَالُ السَّرِيعُ بالْأَمَاكِنِ الْبَعِيدَةِ . وَقَدْ مَهَّدَ اخْتِرَاعُ التِّلِغْرَافِ الطَّرِيقَ أَمَامَ الِاتِّصَالَاتِ الكَهْرُومَغناطِيسِيَّةِ الَّتِى تَلَتْهُ .

كَانَ صَمْوِيل ف . ب . مورس (١٧٩١ ـ ١٨٧٢) فَنَّانًا وَمُخْتَرِعًا .

أَرْسَلَ مُورس أَوَّلَ رِسَالَةٍ تِلِغْرَافِيَّةٍ عَلَى جِهَازِهِ بَيْنَ وَاشِنْطُن وَبَالْتِيمُور عَامَ ١٨٤٤ .

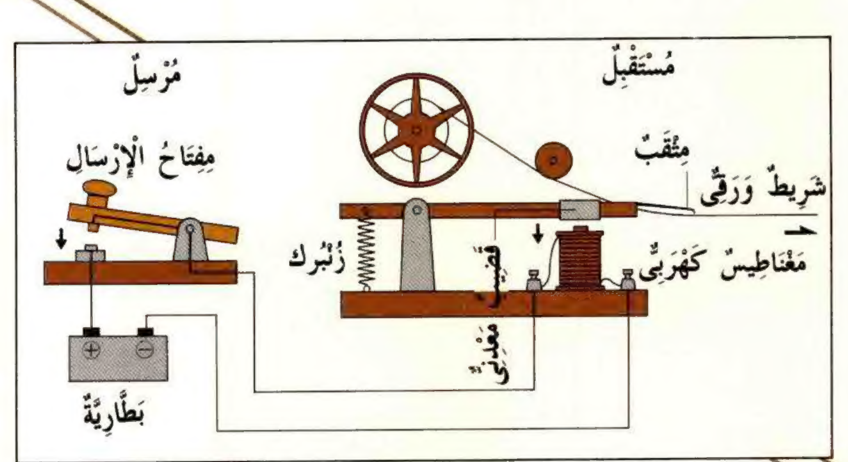




تُمَثِّلُ تَوْلِيفَةُ الْإِشَارَاتِ الطَّوِيلَةِ وَالْقَصِيرَةِ فِى شِفْرَةِ مُورِس ، الْحُرُوفَ . وَطُولُ الشَّرْطَةِ يُعَادِلُ ثَلَاثَةَ أَمْثَالِ النُّقْطَةِ ، فَالْحَرْفُ أ ــ مَثَلًا ــ نُقْطَةُ شَرْطَةٌ . وَتَدْخُلُ وَقْفَةٌ وَاحِدَةٌ بَيْنَ النُّقَطِ وَالشُّرَطِ ، وَثَلَاثُ وَقَفَاتٍ بَيْنَ الْحُرُوفِ .

نَظَرِيَّةُ التَّشْغِيلِ

يَتَكَوَّنُ الْمُرْسِلُ مِنْ مِفْتَاحٍ يُوَصِّلُ التَّيَّارَ عِنْدَ الضَّغْطِ عَلَيْهِ لِأَسْفَلَ . وَوُصُولُ الْإِشَارَةِ إِلَى الْمُسْتَقْبِلِ يُؤَدِّى إِلَى تَحْرِيكِ قَضِيبٍ مَعْدِنِيٍّ نَحْوَ الْمَغْنَاطِيسِ الْكَهْرَبِيِّ . وَيَتَحَكَّمُ الْمَغْنَاطِيسُ بِدَوْرِهِ فِى رِيشَةٍ (أَوْ مِثْقَبٍ كَمَا فِى هَذَا النَّوْعِ) تُسَجِّلُ النُّقَطَ وَالشُّرَطَ عَلَى شَرِيطٍ دَوَّارٍ مِنَ الْوَرَقِ .



غِلَافٌ وَاقٍ

سِلْكٌ مِنَ النُّحَاسِ

قِنَّبٌ

سِلْكٌ مِنَ الصُّلْبِ

خطُّ الاتِّصَالَاتِ

جاتابرى

كَابِلٌ تَحْتَ الْبَحْرِ

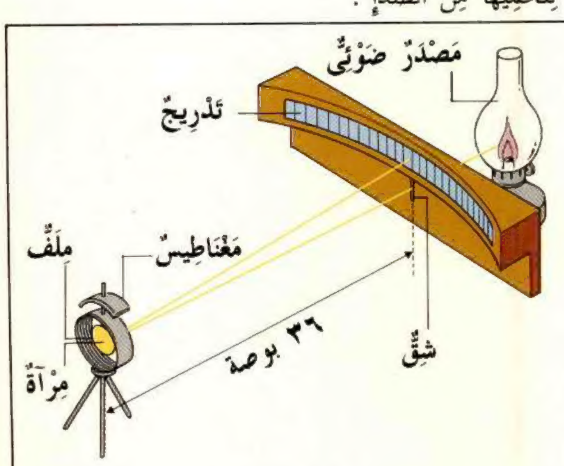
كَانَ أَحَدُ الْكَابِلَاتِ الْبَحْرِيَّةِ الْأُولَى يَحْوِى أَسْلَاكًا مِنَ النُّحَاسِ وَالصُّلْبِ الْمَلْفُوفَةِ فِى الْقِنَّبِ الْمَنْقُوعِ بِالْقَارِ . وَعُزِلَتِ الْأَسْلَاكُ بِمَادَّةِ جَاتَابرى الشَّبِيهَةِ بِالْمَطَّاطِ لِتَحْمِيَهَا مِنَ الصَّدَإِ .

كَابِلٌ عَابِرٌ لِلْأَطْلَنْطِىِّ

بَعْدَ فَشَلِ أَوَّلِ كَابِلٍ عَابِرٍ لِلْأَطْلَنْطِىِّ ، تَمَّ إِكْمَالُ كَابِلٍ يَصِلُ أَيرلَنْدَا وَنيوفونْدلَانْد عَامَ ١٨٦٦ بِمُسَاعَدَةٍ مَالِيَّةٍ مِنَ الْأَمْرِيكِىِّ سَيْرُوس و . فيلد ، وَبِالتِّقْنِيَةِ الْإِبْدَاعِيَّةِ لِلْعَالِمِ الْإِنْجلِيزِىِّ وِيلْيام تُومْسُون ، الَّذِى سُمِّىَ فِيمَا بَعْدُ بِاللُّورْدِ كِيلفن .

جلْفَانُومِتْر تُومْسُون

تَضْعُفُ الْإِشَارَاتُ الْكَهْرَبِيَّةُ خِلَالَ الْمَسَافَاتِ الطَّوِيلَةِ . وَقَدْ حَلَّ تُومْسُون هَذِهِ الْمُشْكِلَةَ بِجلْفَانُومِتْرِهِ . فَكُلُّ إِشَارَةٍ تُسَبِّبُ تَذَبْذُبَ إِبْرَةٍ مَغْنَاطِيسِيَّةٍ . وَتَعْكِسُ مِرْآةٌ ضَوْءَ مِصْبَاحٍ عَلَى تَدْرِيجٍ ، وَتُكَبِّرُ الذَّبْذَبَةَ الَّتِى يُمْكِنُ قِرَاءَتُهَا عَلَى هَيْئَةِ نُقَطٍ وَشُرَطٍ .



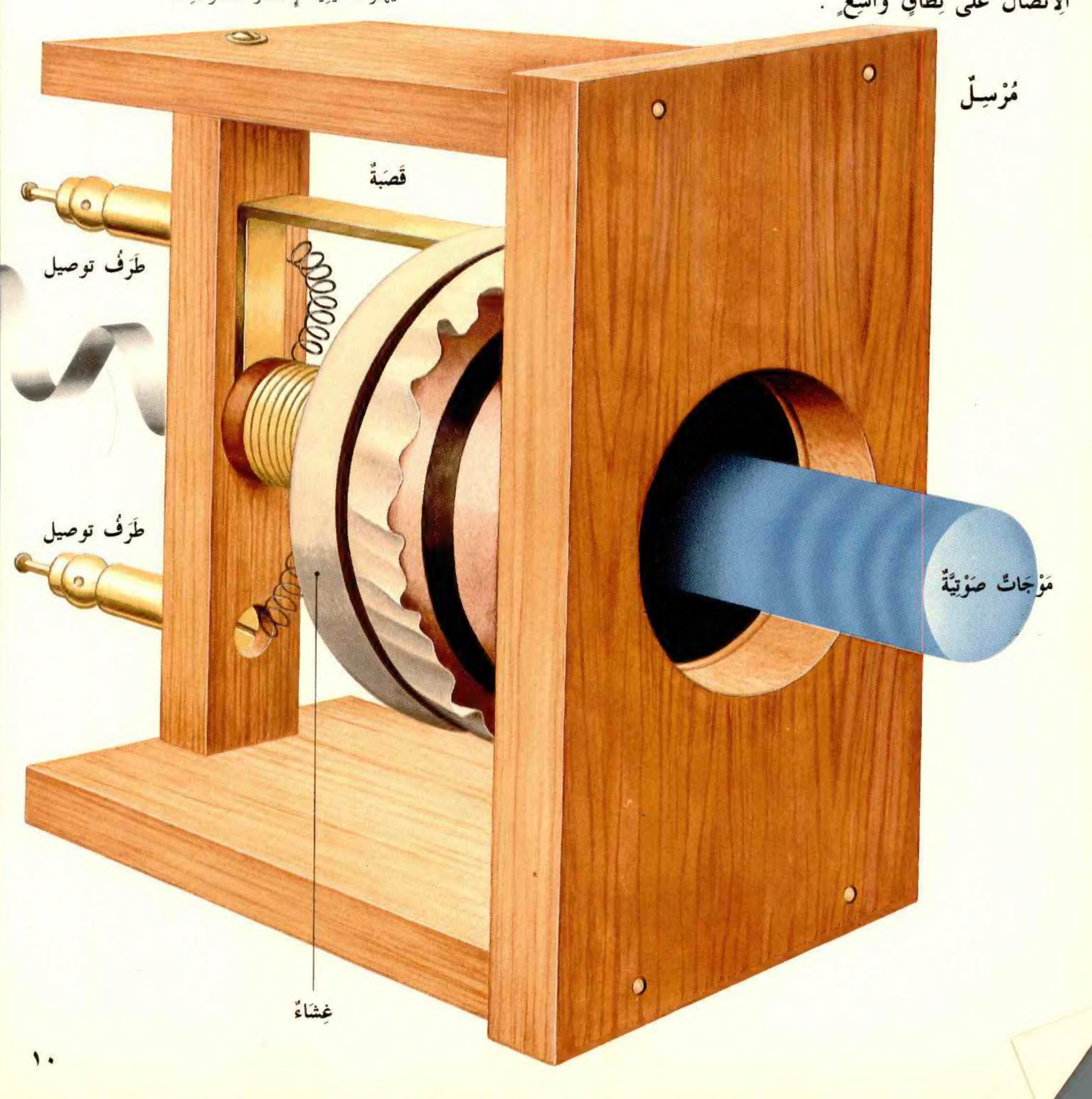


كَيْفَ كَانَ تِلِيفُونُ بِلْ يَعْمَلُ ؟

وَجَدَ أَلِكْسَنْدَر جِرَاهَام بِلْ ـ فِي تَجْرِبَةٍ لِتَحْدِيدِ إِمْكَانِ إِرْسَالِ إِشَارَاتٍ عَدِيدَةٍ مُخْتَلِفَةٍ عَبْرَ نَفْسِ سِلْكِ التِّلِغْرَافِ ـ أَنَّ الْقَصَبَاتِ الرَّفِيعَةَ الْمُتَذَبْذِبَةَ الْمُتَّصِلَةَ بِكُلٍّ مِنْ نِهَايَتَيِ السِّلْكِ قَدْ أَصْدَرَتْ صَوْتًا . ثُمَّ وَضَعَ بِلْ قَصَبَةً مَعْدِنِيَّةً وَغِشَاءً أَمَامَ مَغْنَاطِيسٍ كَهْرَبِيٍّ فِي كُلٍّ مِنْ جِهَازَيِ الْإِرْسَالِ وَالِاسْتِقْبَالِ الْمُتَمَاثِلَيْنِ تَقْرِيبًا . وَبِمُجَرَّدِ مُرُورِ تَيَّارٍ كَهْرَبِيٍّ فِي السِّلْكِ الْمُوَصِّلِ بَيْنَ الْجِهَازَيْنِ ، أَصْدَرَ الْمُسْتَقْبِلُ صَوْتَ شَخْصٍ كَانَ يَتَكَلَّمُ فِي جِهَازِ الْإِرْسَالِ . وَكَانَ صُدُورُ صَوْتِ الْإِنْسَانِ فِي جِهَازِ الِاسْتِقْبَالِ شَيْئًا مُرَوِّعًا وَيَبْدُو كَأَنَّهُ سِحْرٌ بِالنِّسْبَةِ لِلْمُسْتَمِعِينَ عَامَ ١٨٧٦ . وَلَكِنَّ التِّلِيفُونَاتِ الْيَوْمَ أَصْبَحَتْ أَدَوَاتٍ يَوْمِيَّةً تُتِيحُ الِاتِّصَالَ عَلَى نِطَاقٍ وَاسِعٍ .

تليفون بِلْ

لَمْ يَعْمَلْ تِلِيفُونُ بِلْ الْأَوَّلِيُّ ـ وَهُوَ نَمُوذَجُ الْعُقَّافَةِ ـ بِالْكَفَاءَةِ الْكَافِيَةِ لِإِصْدَارِ الْأَصْوَاتِ الْآدَمِيَّةِ الْمَنْقُولَةِ وَلَكِنَّهُ كَانَ يَحْوِي جَمِيعَ الْأَجْزَاءِ اللَّازِمَةِ لِلتَّشْغِيلِ . وَأَدَّتِ الْمَوْجَاتُ الصَّوْتِيَّةُ إِلَى تَذَبْذُبِ غِشَاءِ الْمُرْسِلِ مُحَرِّكًا قَصَبَةً فَوْقَ مَغْنَاطِيسٍ كَهْرَبِيٍّ مِمَّا أَدَّى إِلَى حُدُوثِ اضْطِرَابَاتٍ فِي التَّيَّارِ الْكَهْرَبِي . وَعِنْدَمَا وَصَلَتْ هَذِهِ الِاضْطِرَابَاتُ إِلَى الْمُسْتَقْبِلِ ، جَعَلَتِ الْغِشَاءَ يَهْتَزُّ ، فَيُعِيدُ إِصْدَارَ الصَّوْتِ .

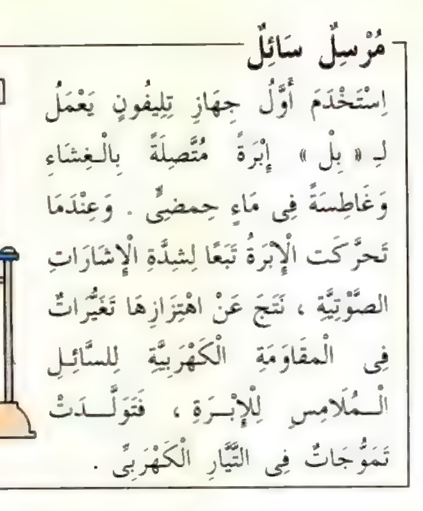




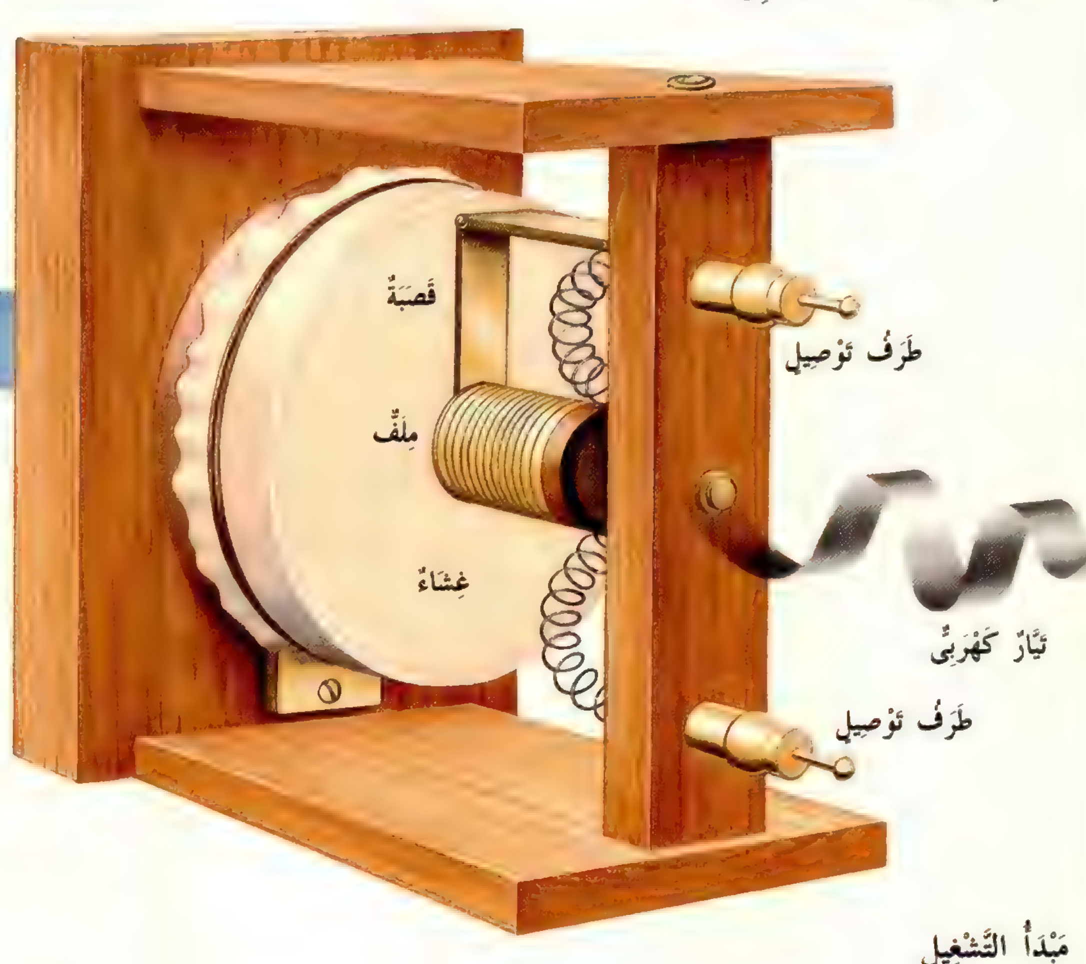
تَجْرِبَةُ تِلِيفُونِ العُقَّافَةِ لِبِلْ

مُرْسِلٌ سَائِلٌ

إسْتَخْدَمَ أَوَّلُ جِهَازِ تِلِيفُونٍ يَعْمَلُ لِـ « بِلْ » إِبْرَةً مُتَّصِلَةً بِالْغِشَاءِ وَغَاطِسَةً فِي مَاءٍ حِمْضِيٍّ . وَعِنْدَمَا تَحَرَّكَتِ الْإِبْرَةُ تَبَعًا لِشِدَّةِ الْإِشَارَاتِ الصَّوْتِيَّةِ ، نَتَجَ عَنْ اهْتِزَازِهَا تَغَيُّرَاتٌ فِي الْمُقَاوَمَةِ الْكَهْرَبِيَّةِ لِلسَّائِلِ الْمُلَامِسِ لِلْإِبْرَةِ ، فَتَوَلَّدَتْ تَمَوُّجَاتٌ فِي التَّيَّارِ الْكَهْرَبِيِّ .

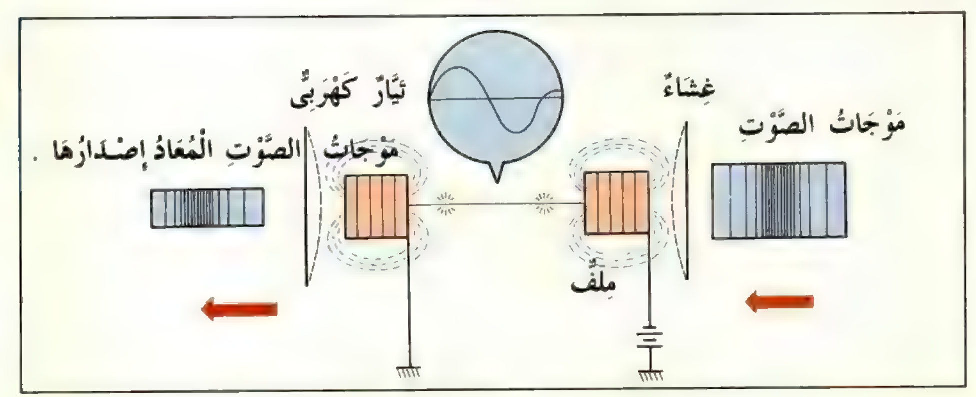


مُسْتَقْبِلٌ



مَبْدَأُ التَّشْغِيلِ

يُوَضِّحُ هَذَا الرَّسْمُ كَيْفَ أَنَّ التَّيَّارَ الْكَهْرَبِيَّ مِنَ الْبَطَّارِيَّةِ يُوَلِّدُ فَيْضًا كَهْرُومَغْنَاطِيسِيًّا فِي الْمِلَفِّ . وَيَتَغَيَّرُ التَّيَّارُ التَّأْثِيرِيُّ تَبَعًا لِحَرَكَةِ الْغِشَاءِ النَّاتِجَةِ عَنْ مَوْجَاتِ الصَّوْتِ فِي الْمُرْسِلِ . وَيُعِيدُ غِشَاءُ الْمُسْتَقْبِلِ إِحْدَاثَ هَذِهِ الذَّبْذَبَاتِ لِيُعِيدَ إِصْدَارَ الصَّوْتِ .





أَلِكْسَنْدَر جرَاهَام بِل (١٨٤٧ — ١٩٢٢) . قَامَ بِلْ الْأُسْكُتْلَنْدِيُّ الْمَوْلِدِ بِتَسْجِيلِ بَرَاءَةِ اخْتِرَاعِهِ فِي أَمْرِيكَا عَامَ ١٨٧٦ . وَأَجْرَى بِلْ أَيْضًا بُحُوثًا عَنِ النُّطْقِ لِعِلَاجِ الصُّمِّ ، وَتَجَارِبَ لِأَجْهِزَةٍ صَوْتِيَّةٍ أُخْرَى .

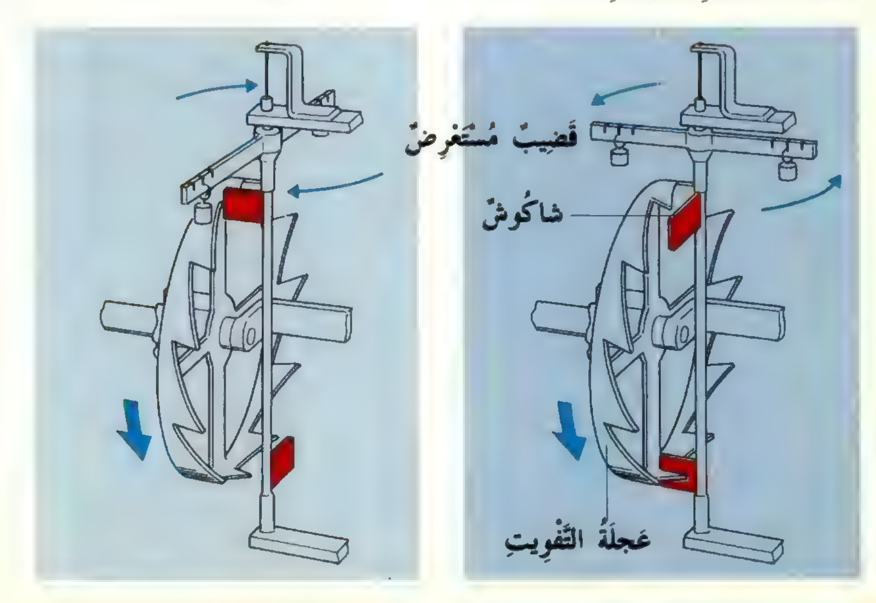
كَيْفَ تحافِظُ السَّاعاتُ الْمِيكانِيكِيَّةُ عَلَى الْوَقْتِ؟

سَاعَةُ هَنْرِى دِى فِيك

كَانَ النَّاسُ قَلِيلِي الْوَعْيِ بِالْوَقْتِ لمعْظَمِ فَترَاتِ التَّارِيخِ الإِنْسانِيّ . وَرَغْمَ وُجُودِ السَّاعَةِ الشَّمْسِيَّةِ وَالسَّاعَةِ الرَّمْلِيَّةِ فِي الْحضَارَاتِ الْقَدِيمَةِ ، إِلَّا أَنَّ النَّاسَ كَانَتْ تَستَمِدُّ مَعْرِفَتَها بِالْوَقْتِ مِنْ شُرُوقِ وَغُرُوبِ الشَّمْسِ وَالْقَمرِ وَالنُّجُومِ . وَمعَ حُلولِ الْقَرْنِ ١٤ أَسْفَرَ التَّقَدُّمُ التَّقَنِيُّ عَن اخْتِرَاعِ السَّاعَاتِ الْأُولَى الْمِيكَانِيكِيَّةِ الَّتِى كَانَتْ تَدُقُّ مِنْ أَبْرَاجِ الْكَنَائِسِ أَوْ أَعْلَى الْمبَانِى الْعَامَّةِ لِتَدْعُوَ النَّاسَ لِلصَّلَاةِ . وَكَانَ قَلْبُ السَّاعَةِ هُوَ مِحْوَرَ دَوَرَانِ سُقَّاطَةٍ تَجْعَلُ الثِّقَلَ يَدُورُ بِسُرْعَةٍ ثَابِتَةٍ . وَتَكَوَّنَتْ آلِيَّاتُهَا مِنْ قَضِيبٍ مُسْتَعْرِضٍ فَوْقَ مِحْوَرِ دَورَانٍ عَلَيْهِ أَوْزَانٌ عَلَى كُلٍّ مِنْ جَانِبَيْهِ . وَيَتحرَّكُ الْقَضِيبُ إِلَى الْأَمَامِ وَالْخلْفِ فَيُدِيرُ الْمِحْوَرَ ، وَتُعَشِّقُ السُّقَّاطَاتُ الَّتِى عَلَى مِحْوَرِ الدَّوَرَانِ فِى أَسْنَانِ تُرُوسِ عَجَلَةِ التَّفْوِيتِ . وَيُؤَدِّى هَذَا إِلَى دَوَرَانِ الثِّقَلِ لِمسَافَةٍ مُمَاثِلَةٍ بَينَمَا تَدُورُ عَقَارِبُ السَّاعَةِ بِنَفْسِ مُعَدَّلِ السُّقَّاطَةِ . وَبِفَضْلِ دِقَّةِ قِيَاسِ الْوَقْتِ تَكَوَّنَ مُجْتَمعٌ أَكْثَرُ تَمَاسُكًا وَتَطَوَّرَت الحكُومَاتُ وَالْمنْشآتُ التِّجَارِيَّةُ الْحدِيثَةُ .

آلِيَّةُ مِحْوَرِ عَجَلَةِ التَّفْوِيتِ

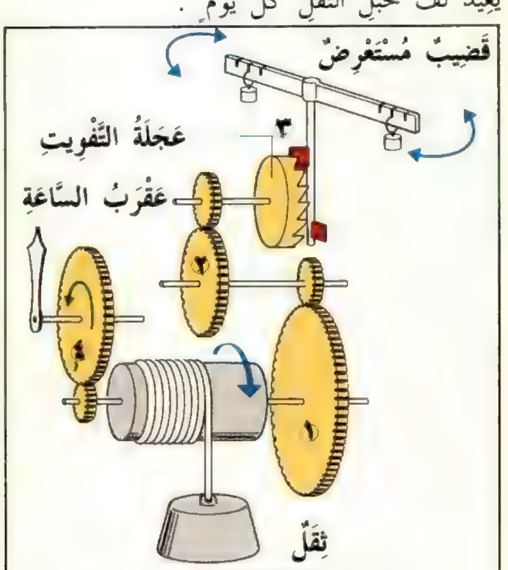
عِنْدَمَا تُحرِّكُ الْأَثْقَالُ الْقَضِيبَ إِلَى الْأَمَامِ وَالْخَلْفِ ، فَإِنَّ الشَّاكُوشَ عَلَى الْجانِبَيْنِ الْمُتَقَابِلَيْنِ مِنْ مِحْوَرِ الدَّوَرَانِ سَوْفَ يُعَشِّقُ فِى أَسْنَانِ عَجَلَةِ التَّفْوِيتِ ، مِمَّا يُؤَدِّى إِلَى تَوَقُّفِ دَوَرَانِ الْعجَلَةِ . وَعِنْدَمَا يَعْكِسُ الْقَضِيبُ اتِّجَاهَ حَرَكَتِهِ ، يَتحرَّرُ الشاكُوشُ مِن الْأَسْنَانِ ، وَتُوَاصِلُ الْعجَلَةُ دَوَرَانَهَا حَتَّى يَتِمَّ التَّعْشِيقُ فِى الْأَسْنَانِ التَّالِيَةِ . وَتُحَافِظُ الْأَثْقَالُ الْمتَدلِّيَةُ عَلَى اسْتِمْرَارِ دَوَرَانِ الْعَجَلَةِ بِمُعَدَّلٍ ثَابِتٍ .



فِى عَامِ ١٣٧٠ طَلَبَ مَلِكُ فَرَنْسَا تشَارْلِز الْخَامِسُ مِنْ هَنْرِى دِى فِيك أَنْ يَبْنِىَ سَاعَةً ارْتِفَاعُهَا ١٠ أَقْدَامٍ . وَمَازَالَتْ هَذِهِ السَّاعَةُ تُزَيِّنُ حَائِطَ المحْكَمَةِ الْعُلْيَا فِى بَارِيسَ . وَقَد اسْتَغْرَقَ بِنَاؤُهَا ٨ أَعْوَامٍ .

نَقْلُ الْحَرَكَةِ

أَثْنَاءَ سُقُوطِ الثِّقَلِ يَدُورُ التُّرْسُ (١) وَيَنْقُلُ الْحَرَكَةَ إِلَى التُّرْسِ (٢) الَّذِى يُحَرِّكُ عَجَلَةَ التَّفْوِيتِ (٣) . وَتَتَحَكَّمُ عَجَلَةُ التَّفْوِيتِ فِى حَرَكَةِ التُّرْسِ (١) . وَعِنْدَمَا يَصِلُ دَوَرَانُ التُّرْسِ (١) إِلَى التُّرْسِ (٤) فَإِنَّ عَقْرَبَ السَّاعَةِ يَدُورُ . وَكَانَ عَامِلُ السَّاعَةِ يُعِيدُ لَفَّ حَبْلِ الثِّقَلِ كُلَّ يَوْمٍ .



اَلسَّاعَةُ الْبَنْدُولِيَّةُ

فِى عَامِ ١٦٥٦ صَمَّمَ الْفَلَكِيُّ الْهُولَنْدِىُّ كِرِيسْتِيَان هِيجِنز السَّاعَةَ الْبَنْدُولِيَّةَ تَطْبِيقًا لِلنَّظَرِيَّةِ الَّتِى تَنُصُّ عَلَى أَنَّ الْبَنْدُولَ يَتَذَبْذَبُ بِمُعَدَّلٍ ثَابِتٍ مَهْمَا كَانَتِ الْمَسَافَةُ الَّتِى يَتَحَرَّكُهَا .



مَا هِىَ الآلَةُ الحصَّادَةُ الدَّرَّاسَةُ ؟

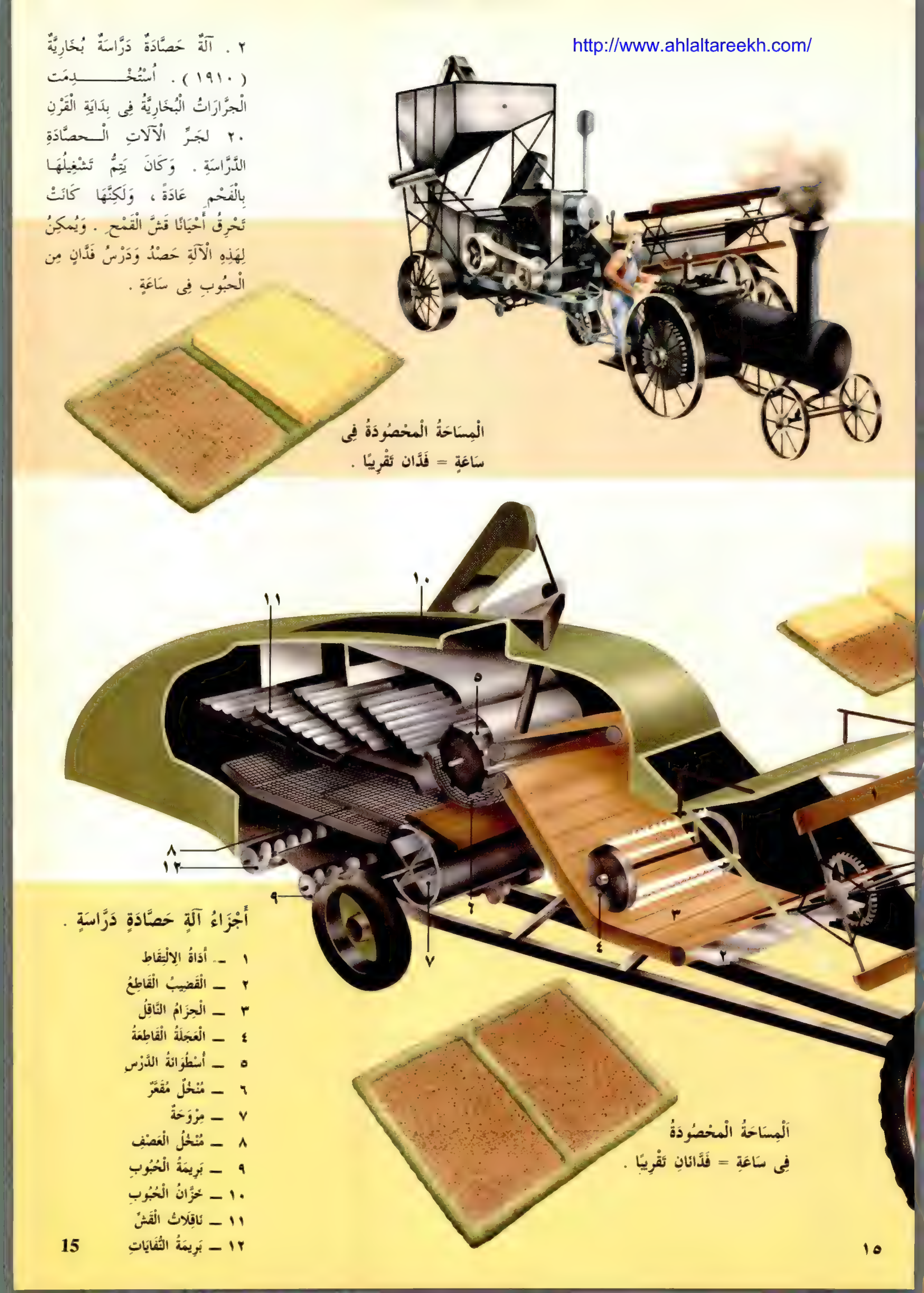
فِى الْقَرْنِ ١٩ ، كَانَ كَثِيرٌ مِن النَّاسِ فِى أُورُوبَّا يَعِيشُونَ عَلَى مَزَارِعَ صَغِيرَةٍ يَشْتَغِلُونَ فِيهَا بِأَيْدِيهِمْ . وَلَكِنْ فِى أَمْرِيكَا ، كَانَتْ هُنَاكَ مِسَاحَاتٌ شَاسِعَةٌ مِن الأَرَاضِى الْقَابِلَةِ لِلزِّرَاعَةِ وَالَّتِى يَقْطُنُهَا عَدَدٌ قَلِيلٌ مِن النَّاسِ . وَكَانَ حَلُّ هَذِهِ الْمُشْكِلَةِ هُوَ الزِّرَاعَةُ الآلِيَّةُ . وَكَانَتْ آلَةُ الْحصَادِ الَّتِى تَجُرُّهَا الْخُيُولُ أَوِ الْبِغَالُ تُؤَدِّى عَمَلَ عِدَّةِ رِجَالٍ . ومَعَ تَقَدُّمِ الآلَةِ ، أَصْبَحت الْمُعَدَّاتُ الزِّرَاعِيَّةُ قَادِرَةً عَلَى أَدَاءِ أَعْمَالٍ إِضَافِيَّةٍ . وَفِى عَامِ ١٨٧٥ تَمَّ اسْتِحْدَاثُ أَوَّلِ آلَةٍ حَاصِدَةٍ دَارِسَةٍ يَجُرُّهَا عَدَدٌ مِن الْخُيُولِ . وَكَانَت الآلَةُ الْحصَّادَةُ الدَّرَّاسَةُ تَقُومُ بِحصْدِ الْحبُوبِ ، ثُمَّ دَرْسِهَا لِفَصْلِ الْحبُوبِ عَن الْقَشِّ وَالْعَصْفِ ، ثُمَّ تَنْظِيفِ الْحبُوبِ وَتَفْرِيغِهَا دَاخِلَ أَكْيَاسٍ أَوْ عَلَى شَكْلِ حُزَمٍ . ثُمَّ حَلَّ الْجرَّارُ الْبُخَارِىُّ مَحَلَّ الْخُيُولِ وَالْبِغَالِ وَلَكِنَّ هَذِهِ الآلاتِ كَانَتْ ثَقِيلَةً وَبَطِيئَةً . وَبِحُلُولِ الْقَرْنِ ٢٠ اُسْتُعْمِلَتْ جَرَّارَاتٌ تَعْمَلُ بِالْبَنْزِينِ ثُمَّ أَخِيرًا الآلاتُ الْحصَّادَةُ الدَّرَّاسَةُ ذَاتِيَّةُ الدَّفْعِ الَّتِى وَصَلَتْ بِمُعَدَّلِ الْحصَادِ إِلَى ١٠ أَفْدِنَةٍ فِى السَّاعَةِ فِى أَوَائِلِ التِّسْعِينِيَّاتِ مِن الْقَرْنِ العشرين . وَقَدْ أَدَّى انْتِشَارُ الآلاتِ الزِّرَاعِيَّةِ إِلَى تَطْوِيرِ الْعَالَمِ الَّذِى نَعِيشُ فِيهِ ، فَقَدْ أَصْبَحَ مُمْكِنًا أَنْ يَقُومَ عَدَدٌ قَلِيلٌ مِن الْعُمَّالِ الزِّرَاعِيِّينَ بِإِنْتَاجِ الْغِذَاءِ الْكَافِى لِإِطْعَامِ تَعْدَادٍ كَبِيرٍ مِنْ سُكَّانِ الْمُدُنِ .



١ . آلَةٌ حَصَّادَةٌ دَرَّاسَةٌ (عام ١٨٨٠) يَجُرُّهَا حَوَالَى ٢٤ حِصَانًا . وَكَانَت الآلاتُ الأُولَى تَحْصُدُ وَتَدْرُسُ حَوَالَى ٣/٤ فَدَّانٍ مِن الْقَمْحِ فِى سَاعَةٍ .

مِسَاحَةٌ تَمَّ حَصَادُهَا فِى سَاعَةٍ وَتَبْلُغُ حَوَالَى ٣/٤ فَدَّانٍ .

٣ . آلَةٌ حَصَّادَةٌ دَرَّاسَةٌ بِجَرَّارٍ يَعْمَلُ بِالْبَنْزِين (عام ١٩٣٠) . أَدَّى اسْتِخْدَامُ مُحرِّكَاتِ الْبَنْزِينِ إِلَى زِيَادَةِ الْقُدْرَةِ بِحَوَالَى ١٠٠٪ عَن الْجرَّارَاتِ الْعَامِلَةِ بِالْبُخَارِ ، الأَكْبَرِ حَجْمًا وَالأَقَلِّ قُدْرَةً عَلَى الْمُنَاوَرَةِ . فَيُمْكِنُ لِجرَّارِ بِالْبَنْزِينِ أَنْ يَحْصُدَ فَدَّانَيْنِ مِن الْقَمْحِ فِى حَوَالَى سَاعَةٍ . وَفِى هَذَا النَّوْعِ مِن الآلاتِ ، يَتِمُّ قَطْعُ سِيقَانِ النَّبَاتِ بِقَضِيبٍ قَاطِعٍ ، ثُمَّ تُجْرَفُ لِأَعْلَى بِاسْتِخْدَامِ بَرِيمَةٍ لِتُحْمَلَ عَلَى حِزَامٍ نَاقِلٍ إِلَى آلَةِ الدَّرْسِ . وَفِيهَا تُحْجَزُ الْحبُوبُ حَتَّى لَا تَسْقُطَ ، ثُمَّ تُفْصَلُ عَن الْقَشِّ وَالْعَصْفِ بِإِسْقَاطِهَا مِنْ خِلالِ مُنْخُلٍ أَثْنَاءَ دَوَرَانِ مِرْوَحَةٍ تَدْفَعُ الْعَصْفَ بَعِيدًا . وَتُجْمَعُ الْحبُوبُ الَّتِى تَمَّ دَرْسُهَا بِوَاسِطَةِ بَرِيمَةِ حُبُوبٍ ، أَمَّا الْحبُوبُ الَّتِى لَمْ يَتِمَّ دَرْسُهَا فَيَتِمُّ جَمْعُهَا لِتُعَادَ إِلَى آلَةِ الدَّرْسِ . وَيُجْمَعُ الْقَشُّ خَارِجَ الآلَةِ وَيُنْقَلُ إِلَى صُنْدُوقِ الْقَشِّ .



٢ . آلَةٌ حَصَّادَةٌ دَرَّاسَةٌ بُخَارِيَّةٌ (١٩١٠) . اُسْتُخْدِمَت الْجرَّارَاتُ الْبُخَارِيَّةُ فِى بِدَايَةِ الْقَرْنِ ٢٠ لجَرِّ الْآلاتِ الْحصَّادَةِ الدَّرَّاسَةِ . وَكَانَ يَتِمُّ تَشْغِيلُهَا بِالْفَحْمِ عَادَةً ، وَلَكِنَّهَا كَانَتْ تَحْرِقُ أَحْيَانًا قَشَّ الْقَمْحِ . وَيُمكِنُ لِهَذِهِ الْآلَةِ حَصْدُ وَدَرْسُ فَدَّانٍ مِن الْحُبُوبِ فِى سَاعَةٍ .

الْمِسَاحَةُ الْمَحْصُودَةُ فِى سَاعَةٍ = فَدَّان تَقْرِيبًا .

أَجْزَاءُ آلَةٍ حَصَّادَةٍ دَرَّاسَةٍ .

١ ــ أَدَاةُ الِالْتِقَاط
٢ ــ الْقَضِيبُ الْقَاطِعُ
٣ ــ الْحِزَامُ النَّاقِلُ
٤ ــ الْعَجَلَةُ الْقَاطِعَةُ
٥ ــ أُسْطُوَانَةُ الدَّرْس
٦ ــ مُنْخُلٌ مُقَعَّرٌ
٧ ــ مِرْوَحَةٌ
٨ ــ مُنْخُلُ الْعَصْف
٩ ــ بَرِيمَةُ الْحُبُوب
١٠ ــ خَزَّانُ الْحُبُوب
١١ ــ نَاقِلاتُ الْقَشّ
١٢ ــ بَرِيمَةُ التُّفَايَاتِ

اَلْمِسَاحَةُ الْمَحْصُودَةُ فِى سَاعَةٍ = فَدَّانانِ تَقْرِيبًا .

كَيْفَ كَانَتْ تَعْمَلُ أَوَّلُ آلَةِ تَصْوِيرٍ؟

كَانَتْ آلَةُ تَصْوِيرِ الْغُرْفَةِ الْمظْلِمَةِ هِيَ سَلَفَ الْقَرْنِ ١٦ لِآلَةِ التَّصْوِيرِ الْحَدِيثَةِ . وَهَذَا الِاخْتِرَاعُ كَانَ يَعْمَلُ بِإِسْقَاطِ صُورَةٍ فِي دَاخِلِ غُرْفَةٍ مُظْلِمَةٍ مِنْ خِلَالِ ثَقْبٍ صَغِيرٍ ، فَتَظْهَرُ الصُّورَةُ مَقْلُوبَةً عَلَى الْحَائِطِ الْمُقَابِلِ لِلثَّقْبِ . وَأَصْبَحَتْ هَذِهِ الْآلَةُ فِيمَا بَعْدُ صُنْدُوقًا بِهِ عَدَسَاتٌ تُسْقِطُ صُورَةً مَقْلُوبَةً عَلَى الْجِدَارِ الْبَعِيدِ لِلصُّنْدُوقِ . وَفِي الْقَرْنِ ١٩ نَجَحَ الطَّبَّاعُ الْحَجَرِيُّ الْفَرَنْسِيُّ جُوزِيف نَيْسَابُور نِيبس فِي الِاحْتِفَاظِ بِالصُّورَةِ بِصِفَةٍ دَائِمَةٍ وَذَلِكَ بِطِلَاءِ الْحَائِطِ بِأَسْفَلْتٍ حَسَّاسٍ لِلضَّوْءِ . وَاعْتَمَدَ زَمِيلُهُ لُويس دَاجِير عَلَى هَذِهِ النَّتَائِجِ ، فَقَامَ بِطِلَاءِ لَوْحٍ مِنَ الْفِضَّةِ بِبُخَارِ الْيُودِ لِجَعْلِهِ حَسَّاسًا ، ثُمَّ عَرَّضَهُ لِلضَّوْءِ ، وَتُظْهَرُ الصُّورَةُ النَّاتِجَةُ بِاسْتِخْدَامِ بُخَارِ الزِّئْبَقِ . وَأَجْرَى دَاجِير وَنِيبس تَجَارِبَ أَوَّلِيَّةً عَلَى الصُّوَرِ الْملَوَّنَةِ وَلَكِنَّ النَّتَائِجَ النِّهَائِيَّةَ كَانَتْ غَيْرَ مُشَجِّعَةٍ . وَأَصْبَحَتْ طَرِيقَةُ دَاجِير لِلتَّصْوِيرِ شَائِعَةً فِي جَمِيعِ أَنْحَاءِ الْعَالَمِ ، وَأَدَّتْ إِلَى ظُهُورِ التَّصْوِيرِ الْأَبْيَضِ وَالْأَسْوَدِ الْحَدِيثِ .



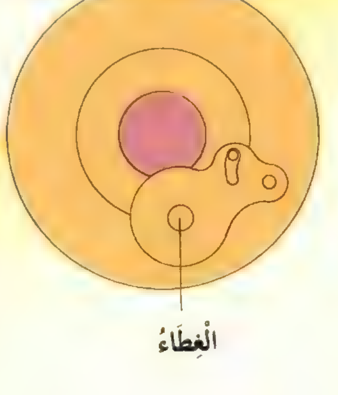
صُورَةٌ بُدَائِيَّةٌ بِطَرِيقَةِ دَاجِير .

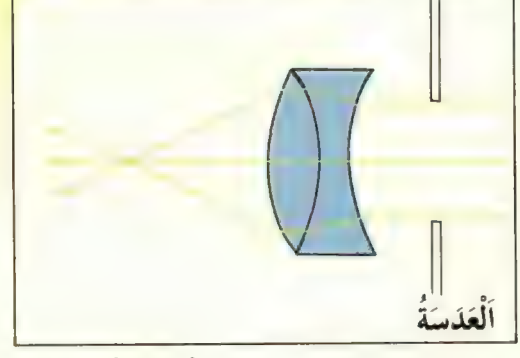
فُتْحَةُ الْعَدَسَةِ (حَدَقَةٌ)

تَظْهَرُ أَسْفَلَ حَدَقَةُ الْعَدَسَةِ وَهِيَ مَفْتُوحَةٌ . وَكَانَ عَلَى الْمُصَوِّرِ لِكَيْ يُغْلِقَهَا أَنْ يَرْفَعَ دَبُوسًا وَيُحَرِّكَ الْغِطَاءَ .

عَدَسَةٌ

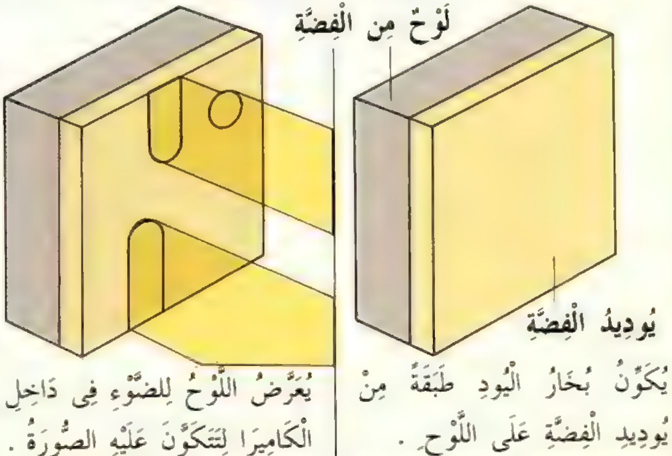
فُتْحَةُ الْعَدَسَةِ (حَدَقَةٌ)





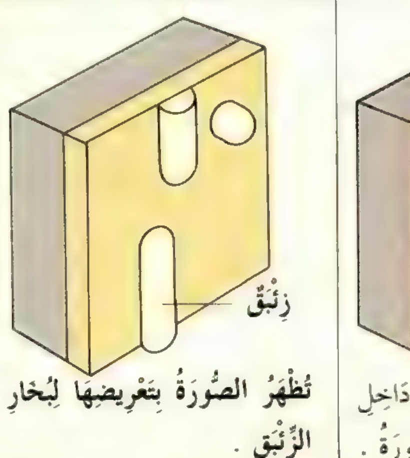
كَانَتْ آلَاتُ التَّصْوِيرِ الدَّاجِيرِيَّةُ الْبُدَائِيَّةُ تَسْتَخْدِمُ عَدَسَةً تَجْمَعُ بَيْنَ الْمقَعَّرَةِ وَالْمُحَدَّبَةِ ، وَقَدْ صَنَعَهَا صَانِعُ النَّظَّارَاتِ الطِّبِّيَّةِ الْفَرَنْسِي س . ل . شِيفَالِييه .

عَمَلِيَّةُ التَّصْوِيرِ الدَّاجِيرِيَّةُ

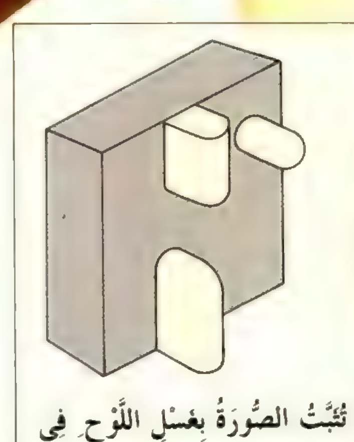


يُكَوِّنُ بُخَارُ الْيُودِ طَبَقَةً مِنْ يُودِيدِ الْفِضَّةِ عَلَى اللَّوْحِ .

يُعَرَّضُ اللَّوْحُ لِلضَّوْءِ فِي دَاخِلِ الْكَامِيرَا لِتَتَكَوَّنَ عَلَيْهِ الصُّورَةُ .



تُظْهَرُ الصُّورَةُ بِتَعْرِيضِهَا لِبُخَارِ الزِّئْبَقِ .



تُثَبَّتُ الصُّورَةُ بِغَسْلِ اللَّوْحِ فِي مَحْلُولٍ مِلْحِيٍّ .

آلَةُ التَّصْوِيرِ الدَّاجِيرِيةُ

عُرِضَتْ عَامَ ١٨٣٩ ، وَكَانَتْ أَبعادُهَا ١٥ × ١٢ × ٢٠ بُوصَةً مِنْ صُنْدُوقَيْنِ خَشَبِيَّيْنِ يَنْزَلِقُ أَحَدُهُمَا دَاخِلَ الْآخَرِ . وَتُضْبَطُ بُؤْرَةُ الصُّورَةِ بِعَدَسَةٍ عَلَى الصُّنْدُوقِ الْخَارِجِيِّ .



كَانَ لُويس دَاجير (١٧٨٩ — ١٨٥١) فَنَّانًا . وَبَعْدَ اخْتِرَاعِهِ آلَةَ التَّصْوِيرِ الدَّاجِيرِيةِ عام ١٨٣٩ ، بَاعَ حُقُوقَ اخْتِرَاعِهِ لِلْحُكُومَةِ الْفَرَنْسِيَّةِ مُقَابِلَ مَعَاشٍ مَدَى الْحَيَاةِ .

مَن اخْتَرَعَ آلَةَ التَّصْوِيرِ الضَّوْئِيَّة؟

كَانَت الطَّرِيقَةُ الدَّاجِيرِيَّةُ فِى التَّصْوِيرِ صَعْبَةً وَغَيْرَ مُرِيحَةٍ . فَقَدْ كَانَ مِن الضَّرُورِىِّ تَثْبِيتُ آلَةِ التَّصْوِيرِ عَلَى حَامِلٍ ثُلاثِىِّ الْقَوَائِمِ لِيَتَعَرَّضَ اللَّوْحُ الْمُبَلَّلُ لِلضَّوْءِ لِفَتْرَةٍ كَافِيَةٍ . وَكَانَتْ آلاتُ التَّصْوِيرِ ثَقِيلَةً وَيَصْعُبُ حَمْلُهَا . وظَهَرَ فِى عَامِ ١٨٧٠ التَّصْوِيرُ بِاللَّوْحِ الْجَافِّ ، وَلَكِنَّ التَّصْوِيرَ لَمْ يُصْبِحْ عَمَلِيًّا وَمُسَلِّيًا وَوَاسِعَ الانْتِشَارِ إِلَّا بِفَضْلِ الْهَاوِى الْأَمْرِيكِىِّ جُورْج إِيسْتِمان . وَقَد اسْتَحْدَثَ إِيسْتِمان صُنْدُوقَ كُودَاك لِلتَّصْوِيرِ عَامَ ١٨٨٨ . وَبَدَلًا مِن اسْتِخْدَامِ اللَّوْحِ الْمُبَلَّلِ أَو الْجَافِّ ، اسْتَخْدَمَتْ هَذِهِ الْآلَةُ لَفَّةً مِنْ فِيلمٍ يَتَّسِعُ لِمائَةِ صُورَةٍ شَرِيطِيَّةٍ . وَكَانَ الْفِيلمُ فِى بَادِئِ الْأَمْرِ مَصْنُوعًا مِنْ وَرَقٍ حَسَّاسٍ لِلضَّوْءِ ثُمَّ اسْتُبْدِلَ بَعْدَ ذَلِكَ بِالسِّيلُولويد الشَّفَّافِ الْمطلِىِّ . وَبَعْدَ أَنْ يَنْتَهِى تَعْرِيضُ الْفِيلمِ كُلِّهِ لِلضَّوْءِ ، كَانَ يَتِمُّ إِرْسَالُ آلَةِ التَّصْوِيرِ بِأَكْمَلِهَا إِلَى مَعَامِلِ إِيسْتِمَان فِى رُوشِسْتَر بِنْيُويُورك حَيْثُ يُظْهِرُ الْفَنِّيُّونَ الصُّوَرَ ، وَيُعِيدُونَ آلَةَ التَّصْوِيرِ إِلَى الْعَمِيلِ وَبِدَاخِلِهَا فِيلمٌ جَدِيدٌ . وَبِهَذِهِ الْإِجْرَاءَاتِ الْأَسَاسِيَّةِ أَنْشَأَ إِيسْتِمان صِنَاعَةَ التَّصْوِيرِ الْفُوتُوغْرَافِىِّ . وَبِفَضْلِهِ أَصْبَحَ التَّصْوِيرُ سَهْلًا ، وَكَانَ شِعَارُهُ فِى الدِّعَايَةِ « اِضْغَطْ عَلَى الزِّرِّ ، وَنَحْنُ نَقُومُ بِالْبَاقِى » .

بَيْعُ هِوَايَةٍ جَدِيدَةٍ

حَوَّلَ إِيسْتِمان التَّصْوِيرَ إِلَى شَىْءٍ مُسَلٍّ . وَقَدْ أَكَّدَت الْإِعْلَانَاتُ (مثل الذى أسفل) لِلْعَامَّةِ أَنَّ التَّصْوِيرَ شَىْءٌ بَسِيطٌ وَسَهْلٌ لِكُلِّ شَخْصٍ . وَكَانَ مُعْظَمُ النَّاسِ تَقْرِيبًا يفْعَلُهُ .



آلَةُ تَصْوِيرِ كُودَاك

سَطْحُ الْفِيلم

المُغْلَق

الْبَكَرَاتُ

عَدَسَةٌ

اِسْتُحْدِثَتْ عَامَ ١٨٨٨ آلَةُ تَصْوِيرِ كُودَاك الصُّنْدُوقِيَّةُ الَّتِى كَانَ يُمكِنُ حَمْلُهَا بِالْيَدَيْنِ . وَكَانَ يَتِمُّ ضَبْطُ بُؤْرَةِ الصُّورَةِ لِلْأَجْسَامِ الَّتِى تَبْعُدُ أَكْثَرَ مِنْ ٨ أَقْدَامٍ .

اَلتَّصْوِيرُ فِي الْقَرْنِ ١٩

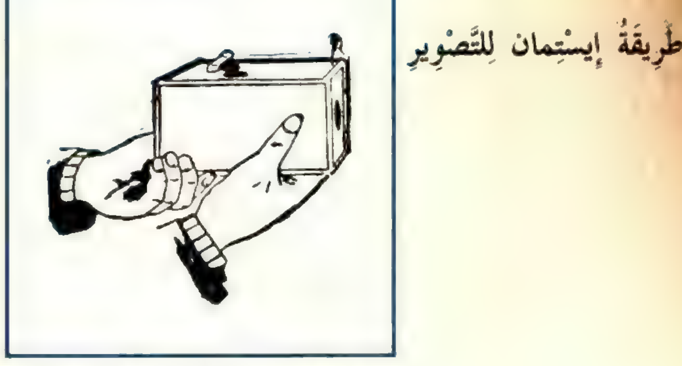
قَبْلَ اخْتِرَاعِ آلَةِ تَصْوِيرِ كُودَاك ، كَانَ التَّصْوِيرُ مُعَقَّدًا ويَتَطَلَّبُ الْكَثِيرَ مِن الْمُعَدَّاتِ وَالْخِبْرَةِ . وَكَانَ التَّجوُّلُ خَارِجَ الْأُسْتُودْيُو يَعْنِي عَرَبَةً لِحَمْلِ آلَةِ التَّصْوِيرِ ، وَقَوَائِمِهَا الثُّلَاثِيَّةِ ، وَالْكِيمَاوِيَّاتِ اللَّازِمَةِ لِلتَّحْمِيضِ ، وَخَيْمَةً لِاسْتِخْدَامِهَا كَغُرْفَةٍ مُظْلِمَةٍ ، وَالْعَدِيدَ مِن اللَّوَازِمِ الْإِضَافِيَّةِ . وَغَالِبًا كَانَ يَلْزَمُ الِاسْتِعَانَةُ بِمُسَاعِدٍ لِلْمُصَوِّرِ .

إِظْهَارُ لَفَّةِ الْفِيلم كَانَ الْوَرَقُ هُوَ أَسَاسَ أَوَّلِ لَفَّةِ فِيلم كُودَاك . وَكَانَ لَوْنُ الصُّوَرِ الْمأْخُوذَةِ بِهِ يَمِيلُ إِلَى الِاصْفِرَارِ . وَسُرْعَانَ مَا اسْتُبْدِلَ الْفِيلْمُ الْوَرَقِيُّ بِالسِّيلُولويد الْمطْلِيِّ بِالسِّيلِيكَاتِ مَعَ طَبَقَةٍ هُولَامِيَّةٍ حَسَّاسَةٍ لِلضَّوْءِ . وَبِذَلِكَ أَصْبَحَ لِلْفِيلْمِ صُوَرٌ سَالِبَةٌ دَائِمَةٌ يُمْكِنُ إِظْهَارُهَا بِسُهُولَةٍ . وَسُرْعَانَ مَا أَدَّى الْفِيلمُ الْملْفُوفُ إِلَى تَطْوِيرِ آلَاتِ التَّصْوِيرِ السِّينِمَائِيِّ .

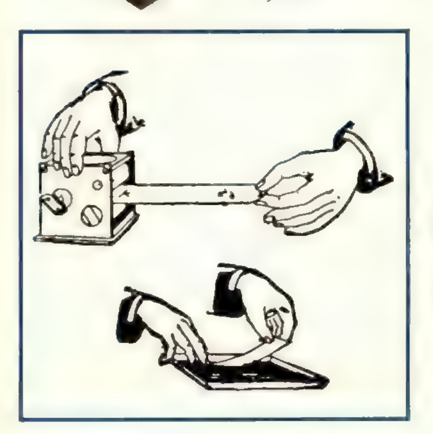


كَانَ جُورج إِيسْتِمان (١٨٥٤ ـ ١٩٣٢) مُوظَّفًا فِي بَنْكِ نْيُويُورك هِوَايَتُهُ التَّصْوِيرُ . وَبَعْدَ أَنْ قَامَ بِجَوْلَةٍ لِلتَّصْوِيرِ فِي سِنِّ ٢٣ ، كَرَّسَ نَفْسَهُ لِإِيجَادِ طَرِيقَةٍ أَسْهَلَ لِلتَّصْوِيرِ

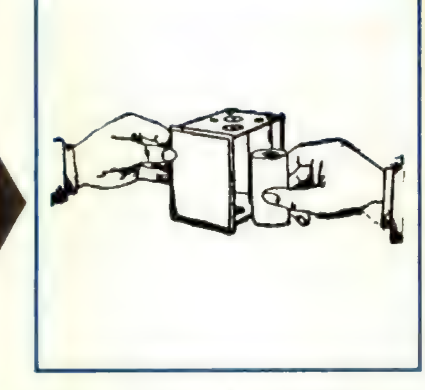
طَرِيقَةُ إِيسْتِمان لِلتَّصْوِيرِ

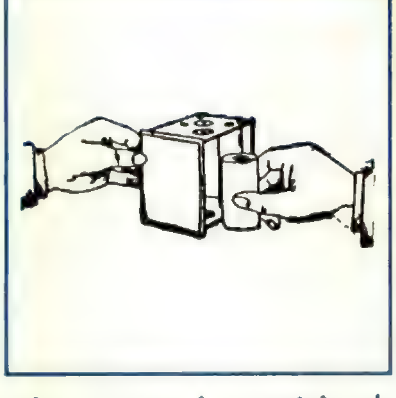


كَانَ الْتِقَاطُ الصُّورَةِ يَتِمُّ بِسُرْعَةٍ . فَيُوَجِّهُ الْمُصَوِّرُ الْآلَةَ نَحْوَ الْهَدَفِ ثُمَّ يَضْغَطُ عَلَى زِرٍّ .



يُرْسِلُ الْمصَوِّرُ الْكَامِيرَا ، ١٠ دُولَارَاتٍ إِلَى شَرِكَةِ إِيسْتِمان لِلإِظْهَارِ .





يَقُومُ الْفَنِّيُّونَ فِي الْمعَامِلِ بِإِعَادَةِ مَلْءِ الْكَامِيرَا بِفِيلم جَدِيدٍ ، وَيُعِيدُونَ الْكَامِيرَا وَالْفِيلمَ الْمُحَمَّضَ .

صُورَةٌ لِلْمُخْتَرِعِ عَامَ ١٨٩٠ عَلَى ظَهْرِ سَفِينَةٍ مَعَ آلَتِهِ لِلتَّصْوِيرِ .

مَا هُوَ الْكِينِتُوسكُوب (الْفَانُوسُ السِّحْرِىُّ) ؟

يَتَكَوَّنُ الْفِيلمُ السِّينَمائِىُّ مِنْ سِلْسِلَةٍ مِن الصُّوَرِ السَّاكِنَةِ الَّتِى الْتُقِطَتْ فِى تَتَابُعٍ سَرِيعٍ . وتَتَغَيَّرُ أَوْضَاعُ الأَجْسَامِ فِى الصُّوَرِ تَغَيُّرًا طَفِيفًا جِدًّا مِنْ صُورَةٍ لِلأُخْرَى الَّتِى تَلِيهَا . وَيُشَاهِدُ النَّاسُ الأَفْلامَ السِّينمائِيَّةَ كَأَنَّها دَائِمَةُ الْحَرَكَةِ رَغْمَ أَنَّها تُتَابِعُ سِلْسِلَةٍ مِن الصُّوَرِ السَّاكِنَةِ ، وَذَلِكَ لِأَنَّ هُنَاكَ حُدُودًا لِسُرْعَةِ اسْتِقْبَالِ الْمُخِّ لِلمَعْلُومَاتِ الْوَارِدَةِ إِلَيْهِ مِن الْعَيْنِ . وَأَدَّى تَطَوُّرُ فِيلم السِّيلُولُويد الْمَلْفُوف عَامَ ١٨٨٨ إِلَى تَيْسِيرِ الْتِقَاطِ الصُّوَرِ بِالسُّرْعَةِ الْكَافِيَةِ لِلاسْتِفَادَةِ مِنْ هَذِهِ الظَّاهِرَةِ وَاخْتِرَاعِ مَاسُمِّى بِالصُّوَرِ الْمتَحَرِّكَةِ أَو الْفِيلم السِّينمائِىّ . وَقَدْ أَنْشَأَ تُومَاس إِدِيسُون أَوَّلَ آلَةِ تَصْوِيرِ صُوَرٍ مُتحَرِّكَةٍ عَمَلِيَّةٍ الْكِينِتُوجْرَاف

إِبْتكَرَ إِدِيسُون وَمُسَاعِدُهُ و . ك . ل . دِيكْسُون الْكِينِتُوجْرَاف — أَىْ آلَةَ التَّصْوِيرِ — وَالْكِينِتُوسكُوب — أَىْ آلَةَ الْمُشَاهَدَةِ أَو الْمِنْظَارَ . وَالكِينِتُوجْرَافُ آلَةٌ كَبِيرَةُ الْحَجْمِ نِسْبِيًّا مَوْجُودَةٌ دَاخِلَ خِزَانَةٍ خَشَبِيَّةٍ وَبِهَا فِيلمٌ عَرْضُهُ ٣٥ مم . وَقَدْ صَوَّرَ إِدِيسُون أَفْلامًا سِينمَائِيَّةً دَاخِلَ سْتُودْيُو خَاصٍّ فِى نْيُوجِرْسى يَدُورُ عَلَى مَسَارَاتٍ تَتْبَعُ اتِّجَاهَ الشَّمْسِ . وَسَرْعَانَ مَا انْتَقَلَتْ صِنَاعَةُ السِّينمَا إِلَى كَالِيفُورْنيا حَيْثُ يَتَوافَرُ ضَوْءُ الشَّمْسِ بِشَكْلٍ أَكْبَرَ .

عُرِفَتْ بِاسْمِ الكِنْتُوجْرَاف ، وَأَوَّلَ أَدَاةِ عَرْضِ الصُّوَرِ عَلَى الشَّاشَةِ الَّتِى سُمِّيَتْ الْكِينِتُوسْكُوب . وكَانَ الكِينِتُوسْكُوب يُسْتَخْدَمُ بِوَاسِطَةِ شَخْصٍ وَاحِدٍ ، حَيْثُ كَانَ مِصْبَاحٌ كَهْرَبَائِىٌّ يُضِىءُ شَرِيطَ الْفِيلمِ الَّذِى يَدُورُ تَحْتَ عَدَسَةٍ عَيْنِيَّةٍ لِلْمُشَاهَدَةِ . وَسَرْعَانَ مَاذَاعَ صِيتُ رِدْهَاتِ الْكِينِتُوسْكُوب فِى أَنْحَاءِ الْعَالَمِ ، وَتَدَافَعَ النَّاسُ لِيُشَاهِدُوا أَوَّلَ أَفْلامٍ مُتحَرِّكَةٍ . وَقَدْ كَانَ لِنَجَاحِ الْكِينِتُوسْكُوب الْفَضْلُ فِى تَطَوُّرِ نِظَامِ الْعَرْضِ السِّينَمَائِىِّ الَّذِى نَعْرِفُهُ الْيَوْمَ .



سَجَّلَ إِدِيسُون عَامَ ١٨٩٤ فِيلم الْقُبْلَة ، وهُوَ أَوَّلُ شَرِيطٍ مُدَّتُهُ دَقِيقَةٌ وَاحِدَةٌ .

فِيلمٌ

قِسْمُ الْعَيْنِيَّة

بَكَرَةٌ

عَجَلَةٌ مُسَنَّنَةٌ

عَدَسَةٌ

فِيلمٌ

فَاصِلٌ

بَكَرَةٌ



الْكِينِتُوسْكُوب .

عُرِضَتْ أَوَّلُ الْأَفْلَامِ الصَّامِتَةِ فِى آلَاتِ مُشَاهَدَةٍ تَعْمَلُ بِالْعُمْلَةِ . وَصَنَعَ إِدِيسُون ثُقُوبًا مُرَبَّعَةً عَلَى طُولِ جَانِبَيِ الْفِيلمِ لِتَتَعَشَّقَ فِى أَسْنَانِ عَجَلَةِ جِهَازِ الْعَرْضِ . وَكَانَ إِطَارُ كُلِّ صُورَةٍ يَتَحَرَّكُ إِلَى مَوْضِعٍ مُحَدَّدٍ مِمَّا يَمْنَعُ اهْتِزَازَ الصُّورَةِ أَوْ عَدَمَ وُضُوحِهَا . وَكَانَ الشَّرِيطُ يَتَحَرَّكُ بِسُرْعَةِ ٢٤ إِطَارًا فِى الثَّانِيَةِ أَوْ أَكْثَرَ مِمَّا يُوحِى بِاسْتِمْرَارِ الْحَرَكَةِ فِى صُوَرِ الْفِيلمِ .

آلِيَّةُ الْجِهَازِ

اسْتَخْدَمَ الْكِينِتُوسْكُوب قُرْصًا سَرِيعَ الدَّوَرَانِ مَوْضُوعًا بَيْنَ الْفِيلمِ وَمِصْبَاحِ الْإِضَاءَةِ . وَبِالْقُرْصِ شَقٌّ طُولِّى عَرْضُهُ حَوَالَى ٠,٢ بُوصَة . وَكَانَ الْفِيلمُ يُضَاءُ فَقَطْ عِنْدَمَا يَكُونُ الشَّقُّ وَإِطَارُ الصُّورَةِ وَمِصْبَاحُ الْإِضَاءَةِ عَلَى اسْتِقَامَةٍ رَأْسِيَّةٍ وَاحِدَةٍ . وَكَانَ الْقُرْصُ مُقْتَرِنًا بِالْعَجَلَةِ الْمُسَنَّنَةِ بِحَيْثُ يَسْقُطُ الضَّوْءُ عَلَى كُلِّ إِطَارٍ عِنْدَ نَفْسِ الْمَكَانِ .

كَيْفَ كَانَ يَبْدُو التِّلِيفِزْيُونُ الْأَوَّلِى ؟

لَايُمْكِنُ الْقَوْلُ أَنَّ التِّلِيفِزْيُونَ (الْمِرْنَاه) هُوَ اخْتِرَاعُ شَخْصٍ وَاحِدٍ . فَالْوَاقِعُ أَنَّ التِّلِيفِزْيُونَ طُوِّرَ عَلَى مَدَارِ خَمْسِينَ عَامًا عَلَى أَيْدِى الْعَدِيدِ مِنَ الْمُخْتَرِعِينَ . فَفِى عَامِ ١٨٨٤ ابْتَكَرَ الْمُخْتَرِعُ الْأَلْمَانِىُّ بُولِ نِيبْكُو قُرْصًا مَاسِحًا بَصَرِيًّا يُحَوِّلُ الصُّورَةَ إِلَى سِلْسِلَةٍ مِنَ الْإِشَارَاتِ الْكَهْرَبِيَّةِ مُخْتَلِفَةِ الشِّدَّةِ . وَفِى عَامِ ١٩٢٦ ، اسْتَخْدَمَ الْأُسْكُتْلَنْدِىُّ جُون ل . بيرد قُرْصَ نِيبْكُو فِى صُنْعِ أَوَّلِ تِلِيفِزْيُونٍ عَمَلِىٍّ مَاسِحٍ آلِىٍّ ، وَلَكِنَّ الْمَسْحَ الآلِى كَانَ مَحْدُودًا ، وَكَانَ الْمُسْتَقْبَلُ لِلْمَسْحِ الْإِلِكْتُرُونِىِّ الَّذِى يَمْسَحُ الصُّورَةَ مِنَ الْيَسَارِ إِلَى الْيَمِينِ لِيُقَسِّمَهَا إِلَى مَجْمُوعَةٍ مِنَ النُّقَطِ تُسَمَّى النُّقَيْطَاتِ . وَكَانَتِ الطَّفْرَةُ فِى هَذَا الْمَجَالِ فِى أَوَاخِرِ الْعِشْرِينِيَّاتِ مِنَ الْقَرْنِ الْحَالِىِّ عِنْدَمَا اخْتُرِعَتْ صِمَامَاتُ الْمَسْحِ الْإِلِكْتُرُونِيَّةِ بِوَاسِطَةِ الْمُخْتَرِعِ الْأَمْرِيكِىِّ فِيلُو فرانسورث وَالرُّوسِىِّ الْأَمْرِيكِىِّ فلاديمير ك . زووركين . وَأَوَّلُ جِهَازِ تِلِيفِزْيُونٍ إِلِكْتُرونِى اسْتَقْبَلَ صُورَةً مِنْ مِثْلِ هَذَا الصِّمَامِ ، قَدِ اسْتَقْبَلَ الصُّورَةَ الَّتِى تَمَّ مَسْحُهَا — عَلَى صِمَامِ أَشِعَّةِ مَهْبِطٍ — وَهِىَ أُنْبُوبٌ زُجَاجِيَّةٌ مُفَرَّغَةٌ لَهَا شَاشَةٌ مُغَطَّاةٌ بِمَسْحُوقٍ فُسْفُورِىٍّ . وَتُومِضُ الشَّاشَةُ ، عِنْدَمَا يَبْعَثُ صِمَامُ أَشِعَّةِ الْمَهْبِطِ سَيْلًا مِنَ الْإِلِكْتُرُونَاتِ .

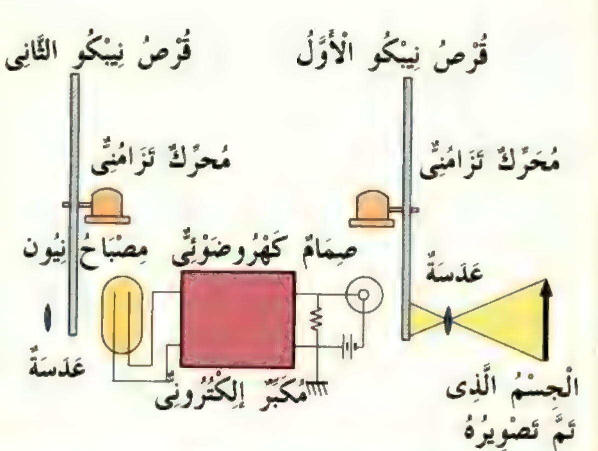
الْمُرْسِلُ التِّلِيفِزْيُونِىُّ لِبيرد

اِسْتَخْدَمَ جِهَازُ جُون ل . بيرد ٣٠ خَطَّ مَسْحٍ لِإِعَادَةِ تَشْكِيلِ الصُّورَةِ الْأَوَّلِيَّةِ الَّتِى أُذِيعَتْ لِأَوَّلِ مَرَّةٍ فِى أَوَاخِرِ الْعِشْرِينِيَّاتِ . وَفِى عَامِ ١٩٢٨ أَرْسَلَ أَوَّلَ إِشَارَاتٍ تِلِيفِزْيُونِيَّةٍ مِنْ إِنْجِلْتِرا إِلَى أَمْرِيكَا .

مِفْتَاحُ التَّحَكُّمِ فِى الْمُقَاوَمَةِ

مُقَاوَمَةٌ

تِلِيفِزْيُونُ الْمَسْحِ الْمِيكَانِيكِىِّ



يَمُرُّ الضَّوْءُ الْمُنْبَعِثُ مِنَ الصُّورَةِ الَّتِى تَمَّ إِرْسَالُهَا بِالتِّلِيفِزْيُون عَبْرَ حَلَزُونٍ مِنَ الثُّقُوبِ الصَّغِيرَةِ فِى قُرْصِ نِيبْكُو الْمَاسِحِ الَّذِى يَدُورُ أَمَامَ صِمَامٍ كَهْرُوضَوْئِىٍّ . فَتَنْتُجُ إِشَارَةٌ كَهْرَبِيَّةٌ مُتَمَاوِجَةٌ تُمَرَّرُ إِلَى الْمُسْتَقْبِلِ الَّذِى — بِدَوْرِهِ — يُكَبِّرُ الْإِشَارَةَ وَيُمَرِّرُ الضَّوْءَ خِلَالَ قُرْصٍ دَوَّارٍ مُمَاثِلٍ . وَلِأَنَّ الْإِشَارَاتِ تَخْتَلِفُ فِى شِدَّتِهَا ، فَإِنَّ الْخُطُوطَ الَّتِى يَتَّبِعُ أَثَرَهَا الْقُرْصُ الْمَاسِحُ تُعِيدُ تَشْكِيلَ صُورَةٍ مُشَابِهَةٍ لِلْأَصْلِ .

- **عَامَ ١٩٢٣**

سَجَّلَ ف . ل . زووريكين بَرَاءَةَ اخْتِرَاعِ أَوَّلِ صِمَامِ كَامِيرَا تِلِيفِزْيُونِىٍّ .

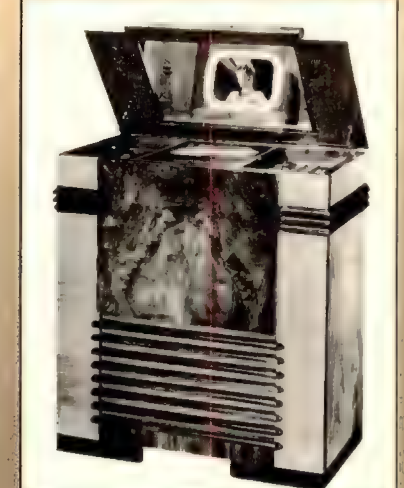
- **عَامَ ١٩٢٦**

طَوَّرَ جون ل . بيرد جِهَازَ الْمَسْحِ التِّلِيفِزْيُونِىِّ الْمِيكَانِيكِىِّ .

- **عَامَ ١٩٢٩**

قَامَتِ الشَّرِكَةُ الْبِرِيطَانِيَّةُ لِلْإِذَاعَةِ بِأَوَّلِ تَجْرِبَةٍ عَلَى مُسْتَوَى الْعَالَمِ لِلْإِذَاعَةِ التِّلِيفِزْيُونِيَّةِ .

جِهَازُ فِكْتُور لِلاسْتِقْبَالِ التِّلِيفِزْيُونِىِّ لِشَرِكَةِ RCA



كَانَتْ أَوَّلُ أَجْهِزَةِ اسْتِقْبَالٍ تَحْوِى شَاشَاتٍ تُوَاجِهُ السَّقْفَ . وَكَانَ الْمُشَاهِدُونَ يَرَوْنَ صُوَرَ الشَّاشَةِ فِى مِرْآةٍ . وَكَانَتِ الشَّاشَةُ عِبَارَةً عَنْ صِمَامٍ زُجَاجِىٍّ أَوْ صِمَامِ أَشِعَّةِ الْمَهْبِطِ مُغَطًّى بِمَادَّةٍ حَسَّاسَةٍ لِلضَّوْءِ تُومِضُ عِنْدَ اصْطِدَامِ الْإِلِكْتُرُونَاتِ بِهَا . وَيُرْسِلُ شُعَاعُ إِلِكْتُرُونِى شِحْنَاتٍ كَهْرَبِيَّةً تَتَغَيَّرُ تَبَعًا لِلصُّوَرِ الَّتِى يَتِمُّ مَسْحُهَا مِنَ الْكَامِيرَا ، فَتَظْهَرُ صُوَرٌ مُمَاثِلَةٌ عَلَى شَاشَةِ الْمُسْتَقْبِلِ .

قُرْصُ نِيبْكُو

بِقُرْصِ نِيبْكُو ثُقُوبٌ صَغِيرَةٌ كَثِيرَةٌ فِي نِظَامٍ حَلَزُونِيٍّ . وَعِنْدَمَا يَدُورُ الْقُرْصُ ، يَتِمُّ مَسْحُ خُطُوطٍ مُتَتَابِعَةٍ مِنَ الصُّورَةِ أَثْنَاءَ مُرُورِ الضَّوْءِ خِلَالَ هَذِهِ الثُّقُوبِ .

خطُّ الْمَاسِحِ

قُرْصُ نِيبْكُو

• عام ١٨٩٧

اِخْتَرَعَ الْأَلْمَانِيُّ كَارْل بِرَاوِن صِمَامَ أَشِعَّةِ الْمَهْبِطِ .

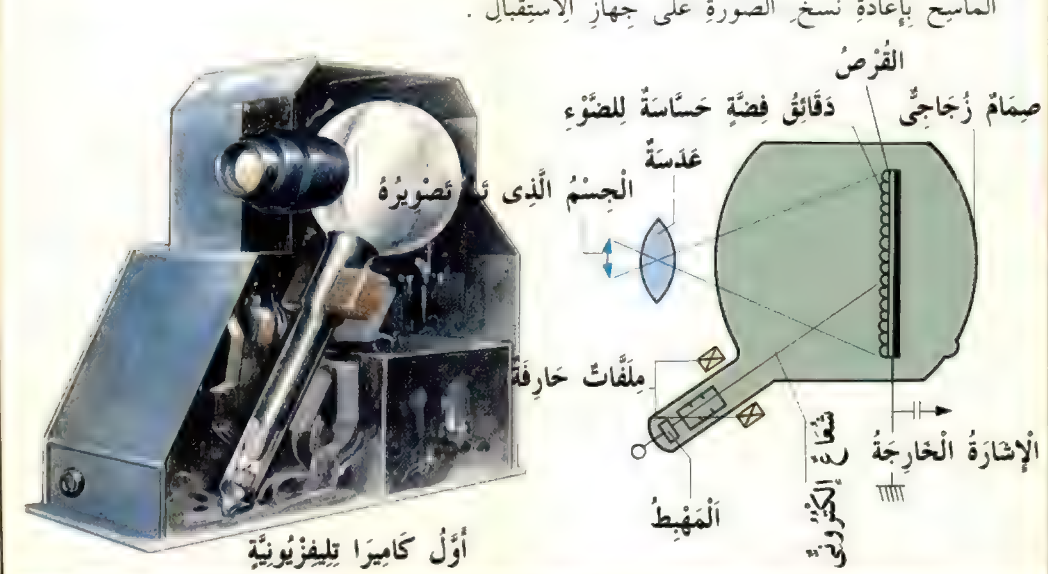
عَدَسَةٌ

مِفْتَاحُ ضَبْطِ الْمحرِّكِ

مُحرِّكٌ تَزَامُنِيٌّ

كَامِيرَا التِّلِيفِزْيُون

كَانَتْ كَامِيرَا زوورِيكِين التِّلِيفِزْيُونِيَّةُ ذَاتَ قُرْصٍ مَعْدِنِيٍّ مُغَطًّى بِعَنَاصِرَ حَسَّاسَةٍ لِلضَّوْءِ فِي وَسَطِ صِمَامٍ زُجَاجِيٍّ . وَعِنْدَمَا تُضِيءُ هَذِهِ الْعَنَاصِرُ فَإِنَّهَا تُوَلِّدُ تَيَّارًا يَتَنَاسَبُ مَعَ شِدَّةِ الِاسْتِضَاءَةِ . وَيَقُومُ الْمَاسِحُ بِإِعَادَةِ نَسْخِ الصُّورَةِ عَلَى جِهَازِ الِاسْتِقْبَالِ .



أَوَّلُ كَامِيرَا تِلِيفِزْيُونِيَّةٍ

• عَامَ ١٩٣٠

اِخْتَرَعَ فِيلُو فارنسوورث نِظَامَ مَسْحٍ جَدِيدًا جَعَلَ التِّلِيفِزْيُون مُنَاسِبًا لِلِاسْتِعْمَالِ الْمَنْزِلِيِّ .

كَيْفَ يَعْمَلُ الدِّينَامِيتُ ؟

فِى مُنْتَصَفِ الْقَرْنِ ١٩ ، كَانَ النِّيتْرُوجِلِيسِيرِين — وَهُوَ خَلِيطٌ مِنْ حِمْضَى النِّيتْرِيك وَالْكِبْرِيتِيك وَالْجِلِيسِيرِين — هُوَ أَكْثَرَ الْمَوَادِّ الْمُتَفَجِّرَةِ اسْتِخْدَامًا فِى الْمَنَاجِمِ وَعَمَلِيَّاتِ النَّسْفِ الْأُخْرَى . وَفِى التَّفْجِيرِ بِالنِّيتْرُوجِلِيسِيرِين تَنْتُجُ الْحَرَارَةُ عَنْ تَفَاعُلٍ كِيمْيَائِىٍّ مُتَسَلْسِلٍ . وَيَعْمَلُ هَذَا التَّفَاعُلُ عَلَى زِيَادَةِ حَجْمِ الْغَازَاتِ النَّاتِجَةِ بِسُرْعَةٍ إِلَى أَكْثَرَ مِنْ أَلْفِ ضِعْفٍ وَبِقُدْرَةٍ كَافِيَةٍ لِتَفْتِيتِ الصُّخُورِ . وَلَكِنَّ تَدَاوُلَ النِّيتْرُوجِلِيسِيرِين خَطِيرٌ جِدًّا ، إِذْ إِنَّهُ قَدْ يَنْفَجِرُ عِنْدَ الرَّجِّ الْخَفِيفِ . أَلْفِرِيد نُوبل الْكِيمْيَائِىُّ السُّوِيدِىُّ الَّذِى كَانَ يَمْلِكُ مَصْنَعَ نِيتْرُوجِلِيسِيرِين ، قَدْ فَقَدَ أَحَدَ أَفْرَادِ عَائِلَتِهِ فِى حَادِثٍ مُمَاثِلٍ . وَشَرَعَ نُوبل فِى ابْتِكَارِ مَادَّةٍ مُتَفَجِّرَةٍ آمِنَةٍ وَسَهْلَةِ الِاسْتِعْمَالِ عَمَلِيًّا . فَمَزَجَ النِّيتْرُوجِلِيسِيرِين بِمَادَّةٍ مَسَامِيَّةٍ مَاصَّةٍ تُسَمَّى الدِّيَاتُومِيت لِيُنْتِجَ مَادَّةً مُحَبَّبَةً جَافَّةً أَطْلَقَ عَلَيْهَا نُوبل اسْمَ الدِّينَامِيت . وَكَانَتْ قُدْرَتُهَا عَلَى التَّفْجِيرِ مُعَادِلَةً لِقُدْرَةِ النِّيتْرُوجِلِيسِيرِين وَحْدَهُ ، وَلَكِنْ يُمْكِنُ تَدَاوُلُهَا بِأَمَانٍ فَهِىَ مُقَاوِمَةٌ لِلصَّدَمَاتِ وَالْحَرَارَةِ . وَقَد اخْتَرَعَ نُوبل أَيْضًا كَبْسُولَةَ الدِّينَامِيت الَّتِى جَعَلَتْ التَّفْجِيرَ بِالدِّينَامِيت أَكْثَرَ أَمَانًا . وَقَد اسْتَخْدَمَ هَذَا الِاخْتِرَاعَ عَلَى نِطَاقٍ وَاسِعٍ ، وَحَقَّقَ نُوبل مِنْ وَرَائِهِ ثَرْوَةً طَائِلَةً ، اسْتَخْدَمَ جُزْءًا مِنْهَا فِى تَأْسِيسِ جَائِزَةِ نُوبل .



كَبْسُولَةُ تَفْجِيرِ الدِّينَامِيت

يُوَصِّلُ سِلْكٌ مُوَصِّلُ الْكَهْرَبِيَّةِ إِلَى شِحْنَةٍ أَوَّلِيَّةٍ فِى الْكَبْسُولَةِ فَتَنْفَجِرُ ، وَبِالتَّالِى يَنْفَجِرُ الدِّينَامِيتُ وَتُحَقِّقُ الْكَبْسُولَاتُ أَمَانًا وَدِقَّةً أَكْثَرَ مِنَ الْفَتِيلَةِ الْمُشْتَعِلَةِ .



قُوَّةُ تَفْجِيرِ الدِّينَامِيتِ

عِنْدَ انْفِجَارِ النِّيتْرُوجِلِيسْرِين تَنْطَلِقُ غَازَاتُ بُخَارِ الْمَاءِ وَالنِّيتْرُوجِين وَثَانِى أُكْسِيدِ الْكَرْبُون . وَتَصِلُ دَرَجَةُ حَرَارَةِ التَّفَاعُلِ إِلَى حَوَالى ٥٩٠٠٠ ف فَتَتَمَدَّدُ الْغَازَاتُ بِسُرْعَةٍ إِلَى أَكْثَر مِنْ أَلْفِ حَجْمِهَا الْأَصْلِيِّ عِنْدَ دَرَجَة حَرَارَةِ الْغُرْفَةِ مُنْتِجَةً قُوَّةً تَدْمِيرِيَّةً هَائِلَةً . وَإِذَا اسْتُخْدِمَتْ كَمِّيَّةٌ كَبِيرَةٌ مِن النِّيتْرُوجِلِيسْرِين فِى التَّفْجِيرِ ــ كَما فِى نَسْفِ الصُّخُورِ ــ فَإِنَّ التَّفَاعُلَ يُوَلِّدُ ضَغْطًا قَدْ يَصِلُ إِلَى مِلْيُونِ رِطْلٍ عَلَى الْبُوصَةِ الْمرَبَّعَةِ وَتَنْتُجُ صَدْمَةٌ فَوْقَ صَوْتِيَّةٍ أَوْ مَوْجَةٌ تَفْجِيرِيَّةٌ تَنْتَقِلُ بِسُرعَةِ آلَافِ الْأَقْدَامِ فِى الثَّانِيَةِ ، وَتُسَبِّبُ تَأْثِيرًا شَدِيدَ التَّدْمِيرِ لِكُلِّ شَىْءٍ فِى طَرِيقِهَا . وَلَا يُمكِنُ إِيقَافُ هَذِهِ الْمَوْجَةِ مَتَى بَدَأَتْ .



مَا هُوَ صَارُوخ ف ـ ٢ ؟

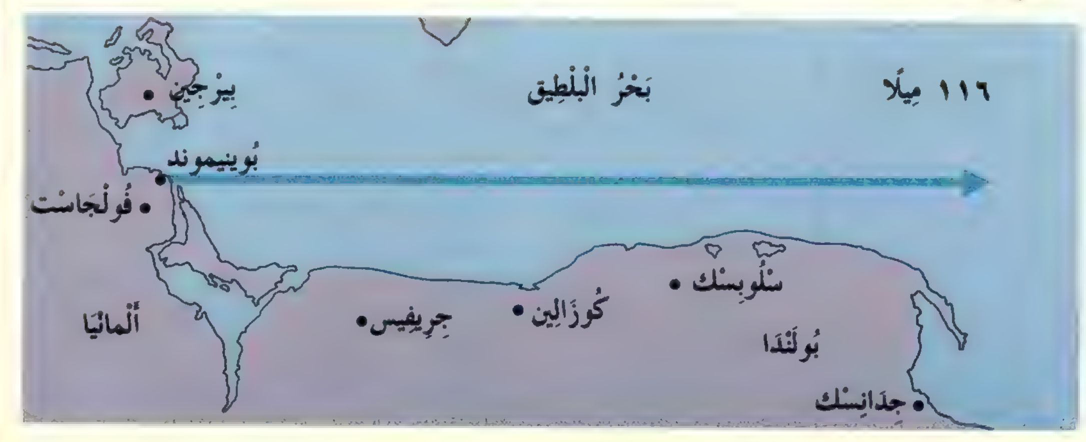
كَانَ ارْتِيَادُ الْعَوالِمِ الْأُخْرَى هُوَ أَحَدَ الْأَحْلَامِ الْقَدِيمَةِ لِلْإِنْسَانِ . وَبَدأَ فِي أَوَائِلِ هَذَا الْقَرْنِ تَحْقِيقُ هَذَا الْحُلْمِ بِتَطْوِيرِ تَقْنِيَةِ الصَّارُوخِ عَلَى يَدِ رِجالٍ مِثلِ الرُّوسِيِّ قُسطنطين تسيولكوفسكى وَالْأَمْرِيكِيِّ رُوبِرْت هـ . جُودَارْد . وَقَدْ تَمَّ إِنْتَاجُ أَوَّلِ صَارُوخٍ عَمَلِيٍّ بَعْدَ عِدَّةِ مُحاوَلَاتٍ قَامَ بِهَا فَرِيقٌ مِن الْعُلَماءِ الْأَلْمَانِ مِنْ جَمْعِيَّةِ رِحْلَاتِ الْفَضَاءِ بِرِئَاسَةِ فيرنر فون براون . وَلكِنَّ الْقِيَادَةَ الْعَسْكَرِيَّةَ الْأَلْمَانِيَّةَ اسْتَوْلَتْ عَلَى هَذَا الصَّارُوخِ وَأَطْلَقَتْ عَلَيْهِ اسْمَ ف ــ ٢ ، وَاسْتَخْدَمَتْهُ بَدَلًا مِنْ ذَلِكَ فِي قَصْفِ إِنْجِلْترا أَثْنَاءَ الْحَرْبِ الْعَالَمِيَّةِ الثَّانِيَةِ . وَكَانَ الصَّارُوخُ يَنطَلِقُ رَأْسِيًّا ثُمَّ يَمِيلُ بِزَاوِيَةِ ٤٥° لِيَنطَلِقَ فِى اتِّجاهِ الْهَدَفِ . وَاعْتَمَدَ نِظَامُ تَوْجِيهِهِ بِالْقُصُورِ الذَّاتِى عَلَى طَيَّارٍ آلِيٍّ مُبَرْمَجٍ يَحْفَظُهُ فِي مَسَارِهِ . وَكَانَ الْمُحَرِّكُ يَظَلُّ دَائِرًا لِمدَّةِ دَقِيقَةٍ تَقْرِيبًا ، فَتَزِيدُ سُرْعَةُ الْمَرْكَبَةِ إِلَى حَوَالَى ٤٥٠٠ قَدَمٍ فِى الثَّانِيَةِ . ثُمَّ يَتَوَقَّفُ الْمحرِّكُ لِتَنْطَلِقَ رَأْسُ الْقَذِيفَةِ فِى مَسَارِهَا دُونَ قُدْرَةٍ جَدِيدَةٍ مِثْلَ أَيِّ حَجَرٍ مَقْذُوفٍ . وَقَدْ تَمَّ تَطْوِيرُ الصَّارُوخِ فِى أَمْرِيكَا بَعْدَ الْحَرْبِ ، لِيُسْتَخْدَمَ فِى بَرَامِجِهَا الْفَضَائِيَّةِ .

فيرنر فون براون (١٩١٢ ــ ١٩٧٧) رَأَسَ فَرِيقَ الصَّارُوخِ الْأَلْمانِيِّ ، وَسَاعَدَ فِيمَا بَعْدُ فِي وَضْعِ خُطَّةِ رِحْلَاتِ أَبُولُّو الْأَمْرِيكِيَّةِ

بَلَغَ طُولُ الصَّارُوخِ (ف ــ ٢) ٤٧ قَدمًا وَقُطْرُهُ ٦٥ بُوصَةً ، وَوَزْنُهُ حَوالَى ١٤ طِنًّا . وَكَانَ وَقُودُهُ خَلِيطًا مِن الْكُحُولِ الْإِيثِيلِي وَالْأُكْسُجِين السَّائِلِ .

الرِّحْلَةُ الْأُولَى

قَامَ ف ــ ٢ بِأَوَّلِ رِحْلَةٍ تَجْرِيبِيَّةٍ نَاجِحَةٍ عَامَ ١٩٤٢ مِنْ بوينيموند فِى أَلْمانْيا عَبْرَ بَحْرِ الْبلْطِيقِ فَقطَعَ ١١٦ مِيلًا فِى خَمْسِ دَقَائِقَ وَكَانَ أَقْصَى ارْتِفاعٍ وَصَلَ إِلَيْهِ هُوَ ٥٠ مِيلًا .

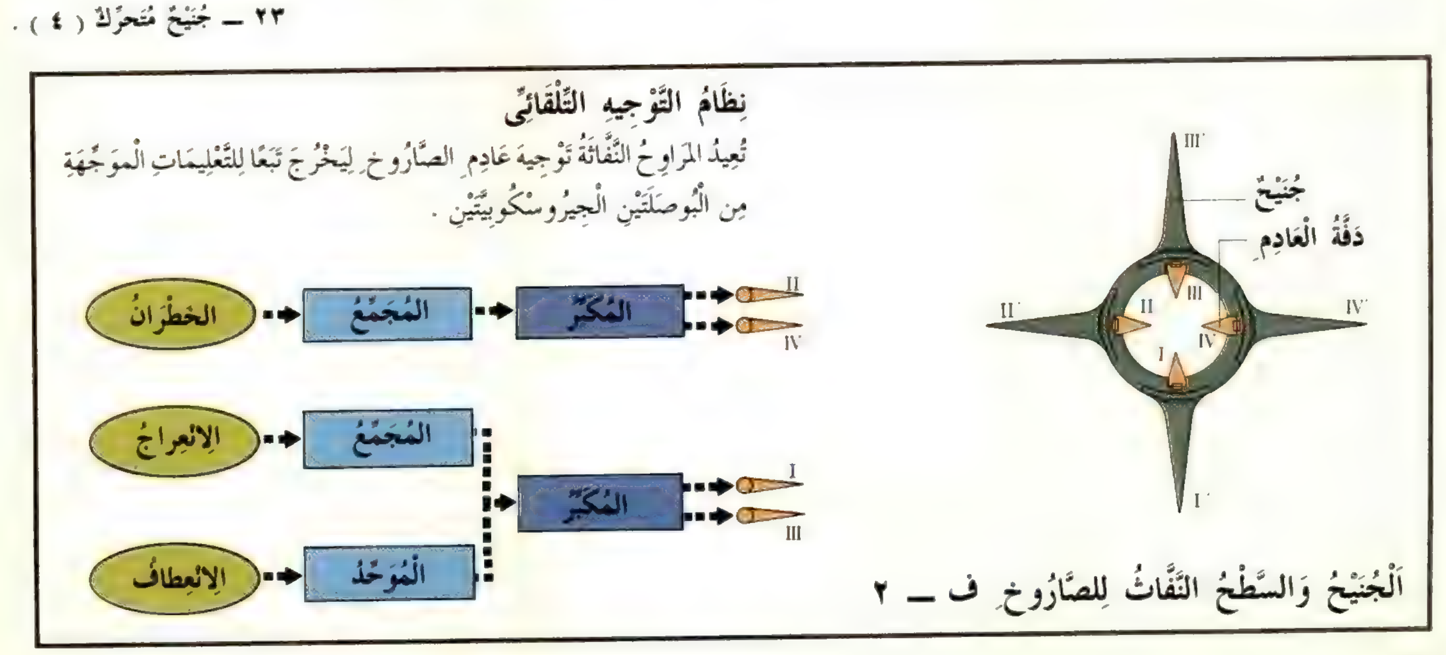


اَلصَّارُوخُ ف ــ ٢

١ ــ مُفَجِّرُ رَأْسِ الْقَذِيفَةِ
٢ ــ أُنْبُوبُ الْمفجّرِ
٣ ــ رَأْسُ الْقَذِيفَةِ
٤ ــ الْمفجّرُ الْكَهْرَبَائِيُّ الرَّئِيسِيُّ
٥ ــ غُرْفَةُ نِظَامِ التَّوْجِيهِ
٦ ــ مُعِدَّاتُ الرَّادْيُو
٧ ــ حَاجِزٌ مِن الْخشَبِ الرَّقَائِقِيِّ
٨ ــ خزَّانُ النِّيتْروجين
٩ ــ أضْلاعٌ مُقَوَّسَةٌ
١٠ ــ خزَّانات الْماءِ وَالكُحُولِ الإيثِيلِيِّ
١١ ــ عَازِلٌ مِن الصُّوفِ الزُّجَاجِيِّ
١٢ ــ صِمَامُ التحكُّمِ
١٣ ــ خَزَّانُ الْأُكْسُجين السَّائِلِ
١٤ ــ أُنْبُوبٌ مَعْزُولَةٌ لِلْإِمْدَادِ بِالكُحُولِ الإيثِيلِيِّ .
١٥ ــ هَيْكَلُ دِعَامَةِ جِهَازِ الدَّفْعِ
١٦ ــ مَضَخَّةٌ تُورْبِينِيَّةٌ
١٧ ــ عَادِمُ التُّورْبِين
١٨ ــ صِمَامٌ
١٩ ــ خطُّ الْوَقُودِ
٢٠ ــ غُرْفَةُ الِاحْتِرَاقِ
٢١ ــ صِمَامُ الْوَقُودِ الرَّئِيسِيُّ
٢٢ ــ دَفَّةُ عَادِمِ الْجرافِيت (٤) .
٢٣ ــ جُنَيْحٌ مُتَحرِّكٌ (٤) .

اَلْمعَجِّلُ الْمُتَكَامِلُ

يَسْتَخْدِمُ الصَّارُوخُ ف ــ ٢ مِجَسًّا جِيرُوسْكُوبِيًّا مِن النَّوْعِ الْبَنْدُولِيِّ لِيَحْفَظَ الصَّارُوخَ عَلَى مَسَارِهِ . وَيُحِسُّ هَذَا الْمِجَسُّ بِتَسَارُعِ الصَّارُوخِ رَأْسِيًّا ، وَأُفُقِيًّا ، وَيُقَارِنُ هَذِهِ الْقِرَاءَاتِ بِمَجْمُوعَةٍ مِن الْإِرْشَادَاتِ الْمِلاحِيَّةِ السَّابِقِ حِسَابُهَا . وَهَذِهِ الْبَيَانَاتُ تُحَدِّدُ اللَّحْظَةَ الْمُنَاسِبَةَ لِإِيقَافِ الْمُحَرِّكِ .



اَلْجُنَيْحُ وَالسَّطْحُ النَّفَّاثُ لِلصَّارُوخِ ف ــ ٢

كَيْفَ تَعْمَلُ الْمُوَلِّدَاتُ الْكَهْرَبِيَّةُ ؟

ابْتكَرَ مَايْكِل فَارَادَاى أَوَّلَ مُوَلِّدٍ كَهْرَبَائِيٍّ فِى إِنْجِلْترَا عَامَ ١٨٣١ . وَكَانَ فَارَادَاى قَد اكْتَشَفَ أَنَّ التَّيَّارَ الْكَهْرَبِىَّ يَتَوَلَّدُ عِنْدَ تَحرُّكِ مِلَفٍّ خِلَالَ مَجَالٍ مَغْنَاطِيسِىٍّ وَإِذَا قُرِّبَ مَغْنَاطِيسٌ مِنْ مِلَفٍّ ، فَإِنَّ تَيَّارًا كَهْرَبِيًّا يَسْرِى فِى السِّلْكِ ، وَإِذَا أُبْعِدَ الْمَغْنَاطِيسُ يَنْعَكِسُ اتِّجَاهُ التَّيَّارِ الْمَارِّ فِى السِّلْكِ . وَيَسْتَمِرُّ مُرُورُ التَّيَّارِ فِى السِّلْكِ مَادَامَ الْمَجَالُ الْمَغْنَاطِيسِىُّ مُتَحرِّكًا . وَباسْتِخْدَامِ هَذَا الْمَبْدَإِ ، ابْتكَرَ فَارَادَاى جِهَازًا يُوَلِّدُ التَّيَّارَ الْكَهْرَبِىَّ فِى مِلَفٍّ دَوَّارٍ مَرْبُوطٍ بِمَغْنَاطِيسٍ . وَفِى الْعَامِ التَّالِى قَامَ الْفَرَنْسِىُّ هِيبُولِيت بِيكْسِى بِتَطْبِيقِ هَذِهِ الْأَفْكَارِ عَمَلِيًّا . وَوَلَّدَتْ آلَةُ بِيكْسِى التَّيَّارَ بِإِدَارَةِ مَغْنَاطِيسٍ يَدَوِىٍّ بِالْقُرْبِ مِنْ مِلَفٍّ ثَابِتٍ . وَأُدْخِلَتْ تَعْدِيلَاتٌ عَلَى هَذَا التَّصْمِيمِ بِوَاسِطَةِ فِيرْنَرْ فُون سِيمْنِز ، وزينوب ــ ثيوفيل جرام ، وتوماس إديسون ، فَجَعَلَت الْمُوَلِّدَ مُمَاثِلًا لِلْمُوَلِّدَاتِ الْحَالِيَّةِ . وَلَمْ تُسْتَخْدَمْ هَذِهِ التَّصْمِيمَاتُ لِلْإِضَاءَةِ الْكَهْرَبِيَّةِ حَتَّى ١٨٨٠ . وَمُنْذُ هَذَا الْوَقْتِ أَدَّى اسْتِخْدَامُ الْكَهْرَبَاءِ إِلَى تَغْيِيرَاتٍ كَانَ مِنَ الصَّعْبِ الْوُصُولُ إِلَيْهَا ، فَأَصْبَحَت الْكَهْرَبَاءُ تُمِدُّ بِالْقُدْرَةِ أَجْهِزَةً نَسْتَخْدِمُهَا يَوْمِيًّا مِنْ مَحْمَصَةِ الْخُبْزِ إِلَى التِّلِيفِزْيُون ، وَمِن الْأَضْوَاءِ إِلَى أَشِعَّةِ اللِّيزَر .

مُوَلِّد بِيكْسِى

مِلَفَّاتٌ

مَغْنَاطِيسٌ دَوَّارٌ

عَاكِسُ التَّيَّارِ

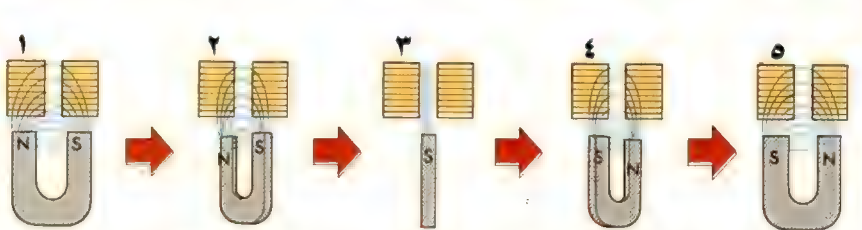
عَجلَةٌ مُسَنَّنَةٌ

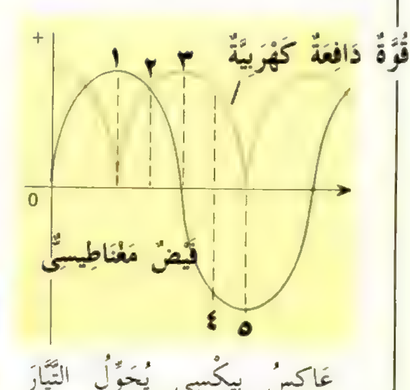
يَدُ التَّدْوِيرِ

فِى مُوَلِّدِ بِيكْسِى ، كَانَ يُدَارُ مَغْنَاطِيسٌ عَلَى شَكْلِ حِذَاءِ الْفَرسِ تَحْتَ مِلَفَّيْنِ . وَفِى كُلِّ نِصْفِ دَوْرَةٍ كَانَ التَّيَّارُ التَّأْثِيرِىُّ يَقْطَعُ خُطُوطَ الْقُوَى الْمَغْنَاطِيسِيَّةِ ، ثُمَّ يَنْعَكِسُ لِيَسْرِىَ فِى الِاتِّجَاهِ الْمُضَادِّ مُوَلِّدًا تَيَّارًا كَهْرَبِيًّا مُتَرَدِّدًا . وَبِتَرْكِيبِ عَاكِسٍ لِلتَّيَّارِ مُكَوَّنٍ مِنْ قِطَاعَاتٍ دَائِرِيَّةٍ مِن النُّحاسِ ، تَمكَّنَ بِيكْسِى مِنْ عَكْسِ اتِّجَاهِ التَّيَّارِ السَّارِى إِلَى الْأَسْلَاكِ مُوَلِّدًا تَيَّارًا يَسْرِى فِى اتِّجَاهٍ وَاحِدٍ هُوَ التَّيَّارُ الْمُسْتَمِرُّ .

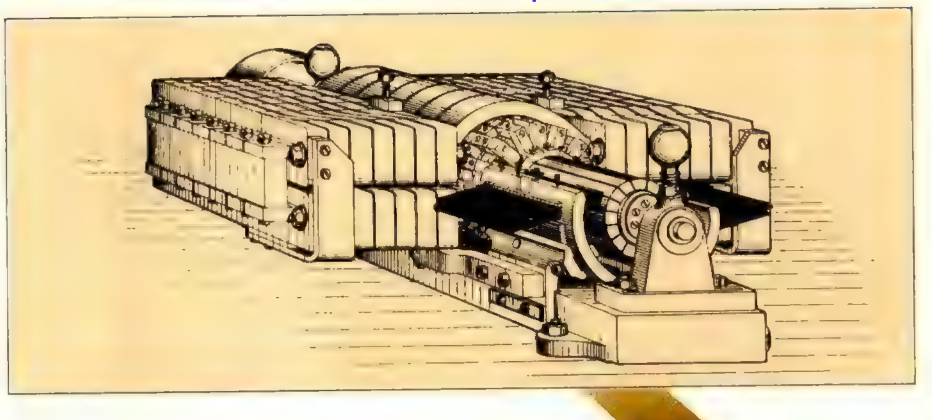
اَلتَّأْثِيرُ الْكَهْرُومَغْنَاطِيسِى

تُوَضِّحُ الْأَشْكَالُ (أسفل) كَيْفَ كَانَ مُوَلِّدُ بِيكْسِى يُوَلِّدُ التَّيَّارَ : (١) عِنْدَمَا تَكُونُ الْمِلَفَّاتُ عَلَى اسْتِقَامَةِ قُطْبِي الْمَغْنَاطِيسِ ، يَكُونُ الْفَيْضُ الْمَغْنَاطِيسِىُّ أَقْصَاهُ . (٢) وَعِنْدَمَا تَكُونُ الْمِلَفَّاتُ جُزْئِيًّا عَلَى اسْتِقَامَةِ الْقُطْبَيْنِ ، يَقِلُّ الْفَيْضُ الْمَغْنَاطِيسِىُّ . (٣) وَعِنْدَمَا لَاتَكُونُ عَلَى اسْتِقَامَتِهَا ، يَكُونُ الْفَيْضُ مُنْعَدِمًا . (٤) وَعِنْدَمَا تُصْبِحُ عَلَى اسْتِقَامَتِهَا جُزْئِيًّا مَرَّةً أُخْرَى ، يَنعَكِسُ الْفَيْضُ وَيَزْدَادُ فِى الِاتِّجَاهِ الْعَكْسِىِّ . (٥) وَعِنْدَمَا تُصْبِحُ عَلَى اسْتِقَامَتِهَا ثَانِيَةً ، يُصْبِحُ الْفَيْضُ أَقْصَاهُ فِى الِاتِّجَاهِ الْمضَادِّ .



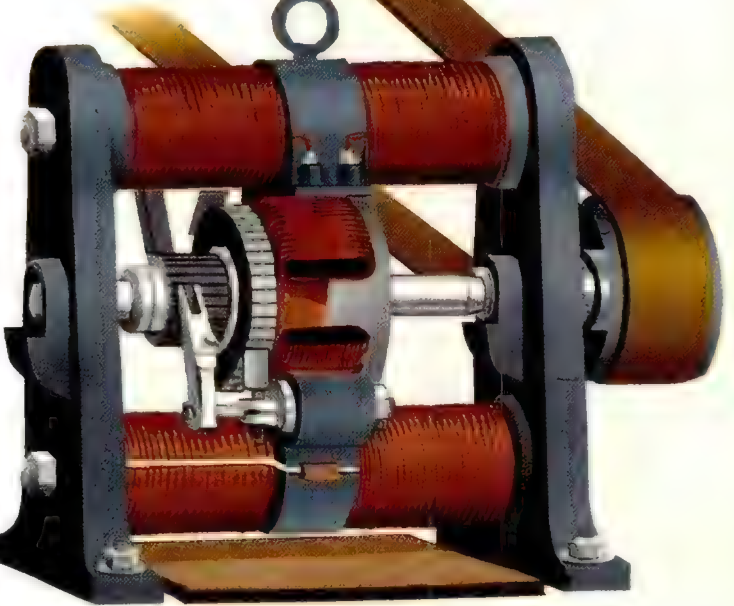


عَاكِسُ بِيكْسِى يُحَوِّلُ التَّيَّارَ الْمُتَرَدِّدَ (أَخْضَر) إِلَى تَيَّارٍ مُسْتَمِرٍّ (بُرْتُقَالى) .



مُوَلِّدِ سِيمْنز

فِى عَامِ ١٨٥٦ قَدَّمَ الْأَلْمَانِىُّ فِيرنَرْ فُون سِيمِنز مُوَلِّدًا مُحسنًا عِبَارَةً عَنْ دِرْعٍ مَلْفُوفٍ بِمِلَفٍّ عَلَى شَكْلِ بَكَرَةٍ . وَقَد اسْتُخْدِمَ مُوَلِّدُ سِيمِنز عَامَ ١٨٨١ لِإِمْدَادِ قِطَارٍ بِالْقُدْرَةِ . وَفِى عَامِ ١٨٨٦ ابْتَكَرَ أَوَّلَ مُوَلِّدٍ يَسْتَخْدِمُ الْمَغْنَاطِيسَ الْكَهْرَبِىَّ بَدَلًا مِن الْمَغْنَاطِيسِ الدَّائِمِ .



مُوَلِّدُ جرَام

كَانَ لِلْبَلْجِيكِىِّ زِينُوب ـــ ثيوفيل جرام الْفَضْلُ فِى حَلِّ مُشْكِلَةٍ أَسَاسِيَّةٍ فِى الْمولِّدَاتِ الْأَوَّلِيَّةِ . فَقَدْ كَانَت الْمِلَفَّاتُ تَسْخُنُ بِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ وَيَلْزَمُ تَبْرِيدُهَا بِالْماءِ . وَقَدْ أَوْقَفَ جرام زِيَادَةَ السُّخُونَةِ باسْتِخْدَامِ مِلَفٍّ حَلْقِىٍّ (أعلى) يُدَارُ بِآلَةٍ بُخَارِيَّةٍ . وَعِنْدَمَا عُرِضَ مُوَلِّدُ جرام فِى مَعْرِضٍ فِى فِيينَّا عام ١٨٧٣ سَحَبَ الْمُوَلِّدُ بِالصُّدْفَةِ تَيَّارًا مِن الْمُوَلِّدَاتِ الْقَرِيبَةِ وَبَدَأَ فِى الدَّوَرانِ كَأَنَّهُ مُحَرِّكٌ . وَقَدْ سَاعَدَتْ هَذِهِ الصُّدْفَةُ عَلَى ابْتِكَارِ المحرِّكِ الْكَهْرَبِىِّ .

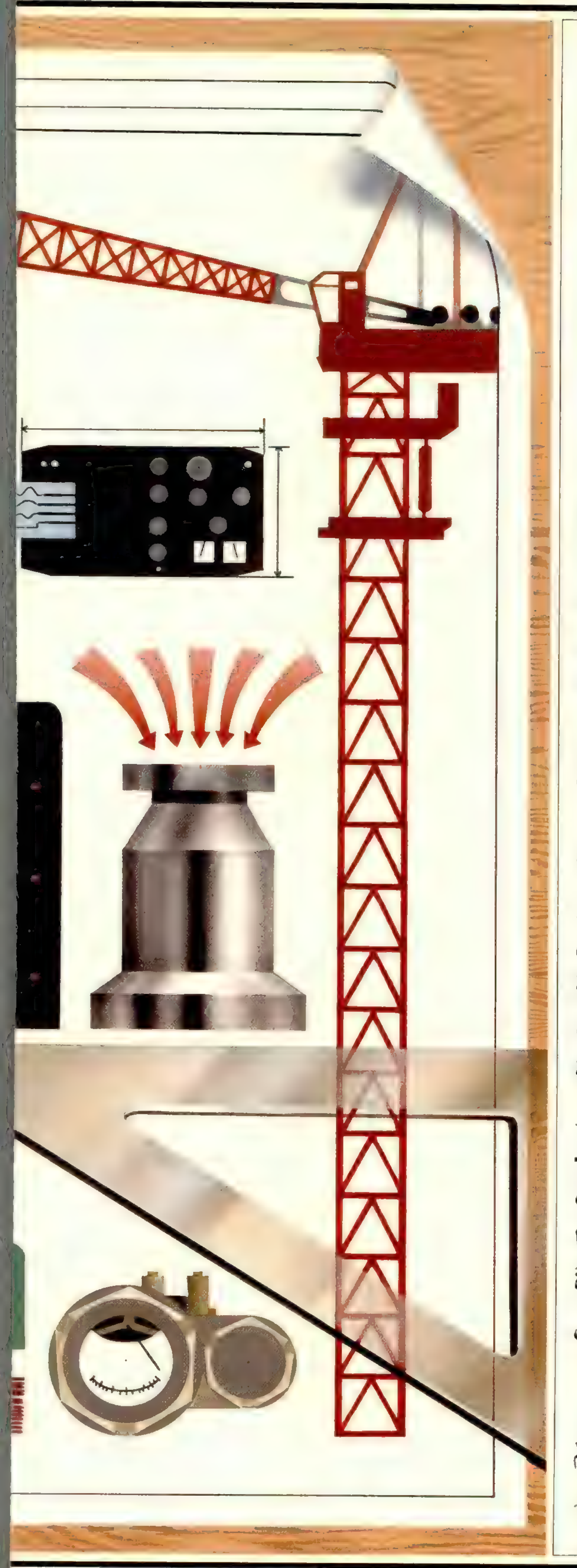
مُوَلِّدُ إِدِيسُون

كَانَتْ مَصَابِيحُ إِدِيسُون الْكَهْرَبِيَّةُ تَحتَاجُ إِلَى فَرْقِ جُهْدٍ ثَابِتٍ ، وَلَكِنِ التَّيَّارَ النَّاتِجَ عَنْ مُوَلِّدَاتِ سِيمْنِز وَجرام كَانَ مُضْطَرِبًا . وَقَدْ حَلَّ إِدِيسُون هَذِهِ الْمُشْكِلَةَ بِابْتِكَارِ مُوَلِّدٍ يَتكَوَّنُ مِنْ قُطْبَيْنِ كَبِيرَيْنِ وَمِنْ مِلَفٍّ مَوْضُوعٍ بَيْنَ وَأَسْفَلَ مَغْنَاطِيسَيْنِ كَهْرَبِيَّيْنِ كَبِيرَيْنِ (يسار) . وَكَانَ مُوَلِّدُ إِدِيسُون يُنْتِجُ تَيَّارًا ثَابِتَ الْجُهْدِ مَادَامَ الدَّوَرانُ عَلَى نَفْسِ الْمُعَدَّلِ .

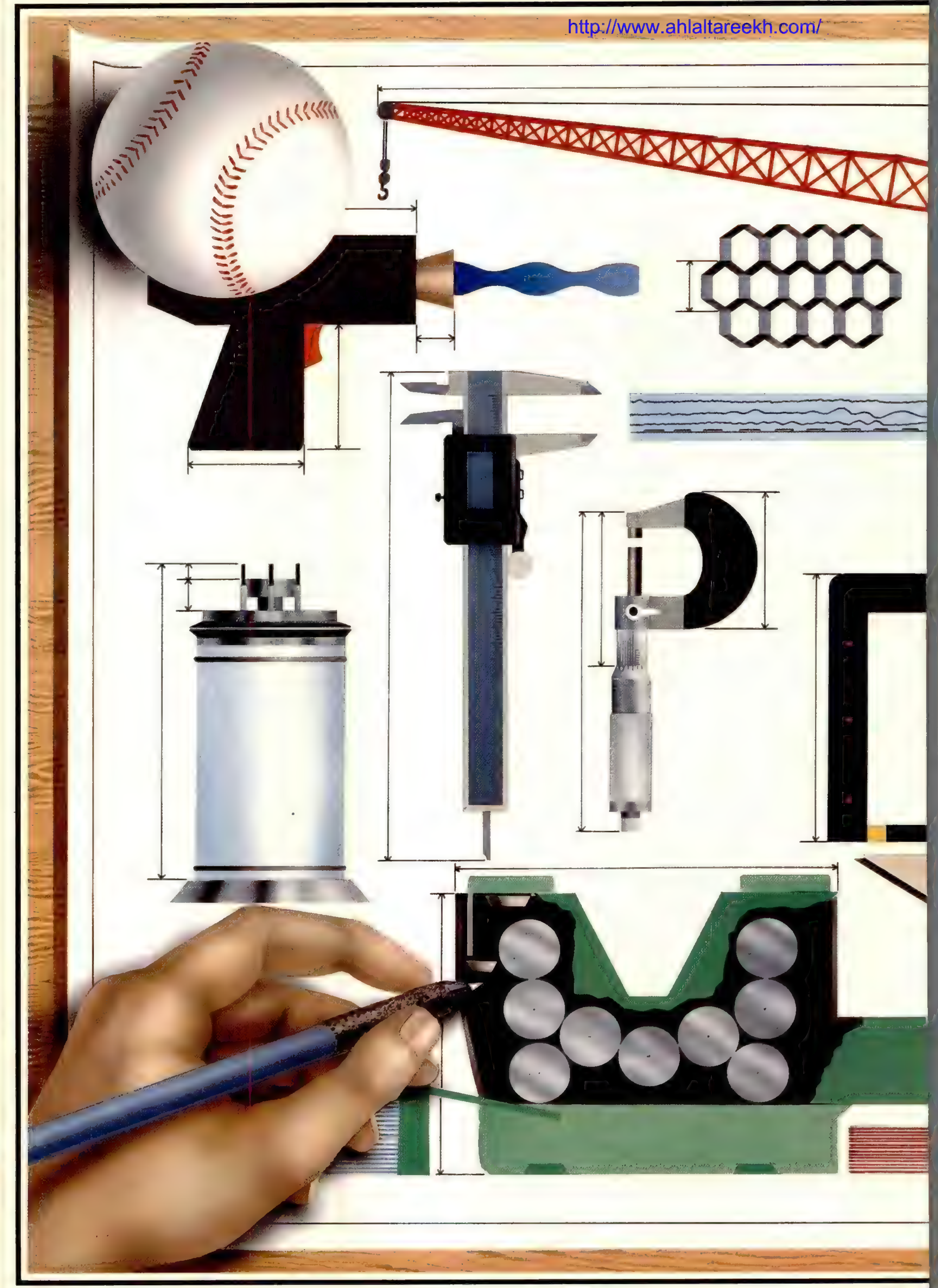
2 آلاتُ الصِّنَاعَةِ وَالْعُلُومِ

تَعْتَمِدُ الصِّنَاعَةُ الْحَدِيثَةُ عَلَى مَدَى تَطَوُّرِ وإتْقانِ آلاتِها . فبغيابهما يَنْتَهِى عَالَمُ الصِّنَاعَةِ إلَى الرُّكُودِ . وَقَدْ تَسَارَعَ الْعَمَلُ وَالنَّقْلُ مِنْ قَبْلُ فِى الْقَرْنِ ١٩ بِفَضْلِ آلاتٍ مِثْلِ الأَنْوَالِ الآلِيَّةِ وَالْقِطَارَاتِ وَالسُّفُنِ الْبُخارِيَّةِ . وَقَد امْتَدَّتْ أَيَادِى الْبَشَرِيَّةِ وَطُمُوحاتُها بِفَضْلِ الآلاتِ الْحديثةِ . فَالآلاتُ الْمُتَقَدِّمَةُ الَّتِى تَتَّصِلُ بِدَوائِرَ مُتَكَامِلَةٍ إلِكْتُرُونِيَّةٍ يُمْكِنُ أَنْ تُظْهِرَ لِلْعِيَانِ مَا لاتَرَاهُ الْعَيْنُ الْمُجَرَّدَةُ ، وَيُمْكِنُهَا كَشْفُ الأَصْوَاتِ وَالْحَرَكَاتِ وَالرَّوَائِحِ الَّتِى يَصْعُبُ عَلَى الْحَواسِّ إِدْرَاكُهَا .

وَقَدْ تَمَّ تَطْوِيرُ هَذِهِ الآلاتِ وَالمُعَدَّاتِ الْحديثةِ لِتَلْبِيَةِ الْمُتَطَلَّبَاتِ شَدِيدَةِ التَّخَصُّصِ اللَّازِمَةِ لِلصِّنَاعَةِ أَو الْعُلُومِ أَو ارْتِيَادِ الْفَضَاءِ . وَظَلَّ كَثِيرٌ مِنْ هَذِهِ الآلاتِ قَابِعًا فِى الْمَصَانِعِ أَو الْمعَامِلِ ، لِارْتِفَاعِ تَكْلُفَتِها وَدِقَّتِهَا الْمُتَنَاهِيَةِ الَّتِى تُعَوِّقُ انْتِشَارَهَا عَلَى نِطَاقٍ وَاسِعٍ . وَلَكِنَّ بَعْضَهَا وَجَدَ طَرِيقَهُ لِلاسْتِعْمَالِ فِى حَيَاتِنَا الْيَوْمِيَّةِ مِثْلَ مَدَافِعِ السُّرْعَةِ وَكَاشِفَاتِ الفِلِزَّاتِ . وَفِى الْمستَقْبَلِ ، سَتُصْبِحُ الآلاتُ أَكْثَرَ تَطَوُّرًا . فَقَدْ يَقُومُ الْحاسِبُ الآلِّىُ الْمُوَجَّهُ (الروبوت) — مَثَلًا — بِأَعْمَالٍ كَانَتْ قَاصِرَةً عَلَى الإنْسَانِ فَقَطْ بَعْدَ أَنْ أَصْبَحَ لِلرُّوبُوت الْقُدْرَةُ عَلَى الرُّؤْيَةِ وَالْحركَةِ إلِكْتُرونيًّا وَرُبَّما عَلَى التَّعَلُّمِ أَيْضًا ، وَقَدْ يَتولَّى المَهامَّ المُعقَّدَةَ والخطِرَةَ أيْضًا . ويَتَنَاوَلُ هَذَا الْفَصْلُ بَعْضَ الاخْتِرَاعَاتِ وَدَوْرَهَا فِى الصِّنَاعَةِ وَالْعُلُومِ .

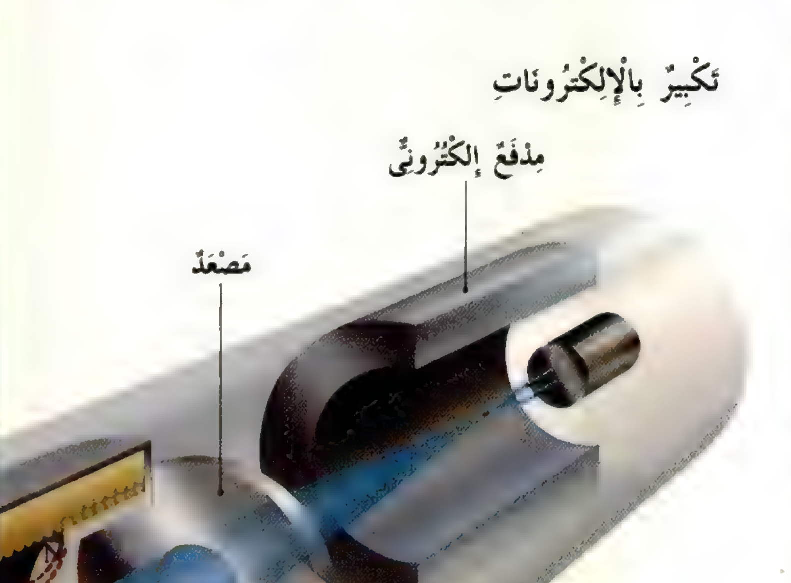


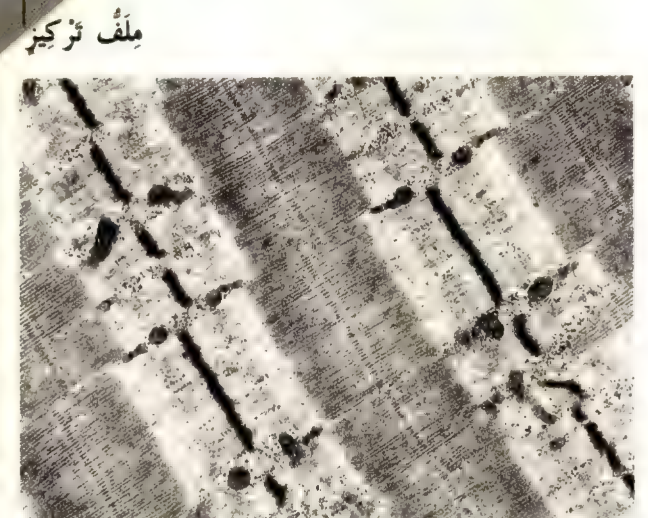
تَتَوَقَّفُ جَوْدَةُ كُلِّ آلَةٍ عَلَى مَدَى دِقَّةِ هَنْدَسَتِهَا . وَيَظْهَرُ إلَى الْيَسارِ رَسْمٌ تَخْطِيطِيٌّ لمجْمُوعَةٍ مِن الأَدَوَاتِ الْحدِيثَةِ الْمُسْتَخْدَمَةِ فِى الْعُلُومِ وَالصِّنَاعَةِ .



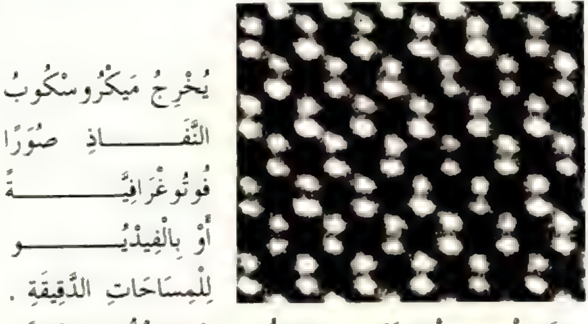
كَيْفَ تَعْمَلُ المجاهِرُ الإلِكْتُرونِيَّةُ ؟

يُظْهِرُ الْميكرُوسْكُوبُ (المجْهَرُ) الْعادِىُّ التَّفاصِيلَ الصَّغيرَةَ جدًّا بالنِّسْبَةِ لِلعَيْنِ المجَرَّدَةِ ، وَيَسْتَخْدِمُ الْحُزَمَ الضَّوْئِيَّةَ لِتَكْبِيرِ الْأَجْسَامِ حَتَّى ٢٠٠٠ مَرَّةٍ . أَمَّا مِيكْرُوسْكُوبَاتِ النَّفاذِ وَالْمَسْحِ الْإِلِكْتُرونِيَّةِ ، فَهِيَ أَقْوَى وَتَسْتَخْدِمُ حُزَمًا مِن الإِلِكْتُرونَاتِ ـــ وَهِيَ الدَّقَائِقُ السَّالِبَةُ فِي الذَّرَّاتِ ـــ لِتَكْبِيرِ الْمَادَّةِ مَلَايِينَ الْمرَّاتِ . وَفِيهَا يَتِمُّ زِيَادَةُ سُرْعَةِ حُزْمَةِ الْإِلِكْتُرونَاتِ بِوَاسِطَةِ مَجَالٍ كَهْرَبِىٍّ ثُمَّ يُرَكَّزُ بِوَاسِطَةِ مَجَالٍ مغْنَاطِيسِىٍّ . وَيَتَحَدَّدُ مُسْتَوَى التَّكْبِيرِ طِبْقًا لِقُوَّةِ الْحُزْمَةِ . وَأَقْوَى الْميكْرُوسْكُوبَاتِ الإِلِكْتُرونِيَّةِ يُظْهِرُ التَّفَاصِيلَ المِجْهَرِيَّةَ عَلَى الْمُسْتَوى الذَّرِّىِّ حَوَالَى ٠,٣ نانومتر أو ١١٨ .... بُوصَةً ، فَيَسْتَطِيعُ الْعُلَمَاءُ التَّجوُّلَ بِنظَرِهِمْ فِي التَّرْكِيبِ الْأَسَاسِىِّ لِلْجُزَيْئَاتِ وَالْمعَادِنِ وَالْفِلِزَّاتِ .



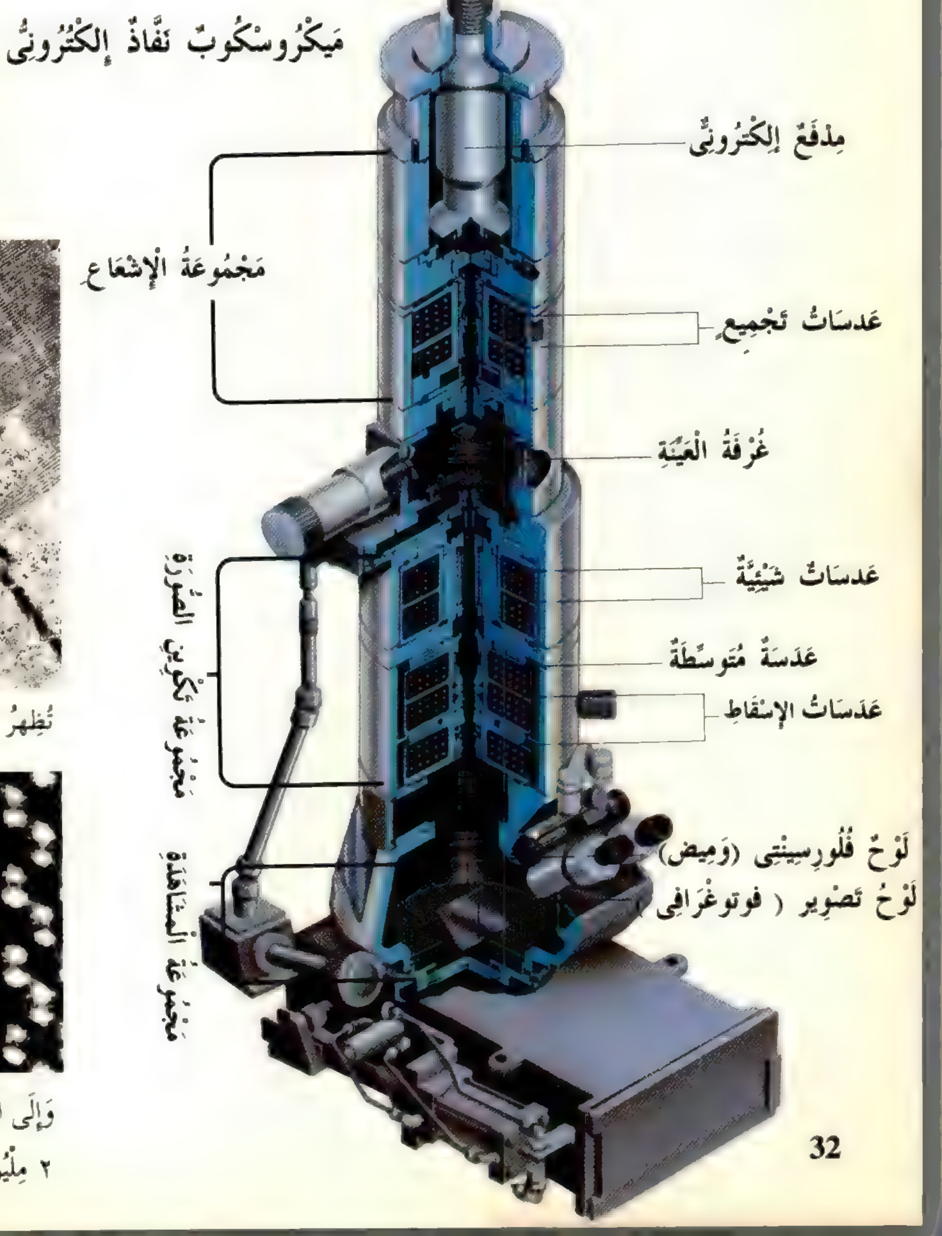


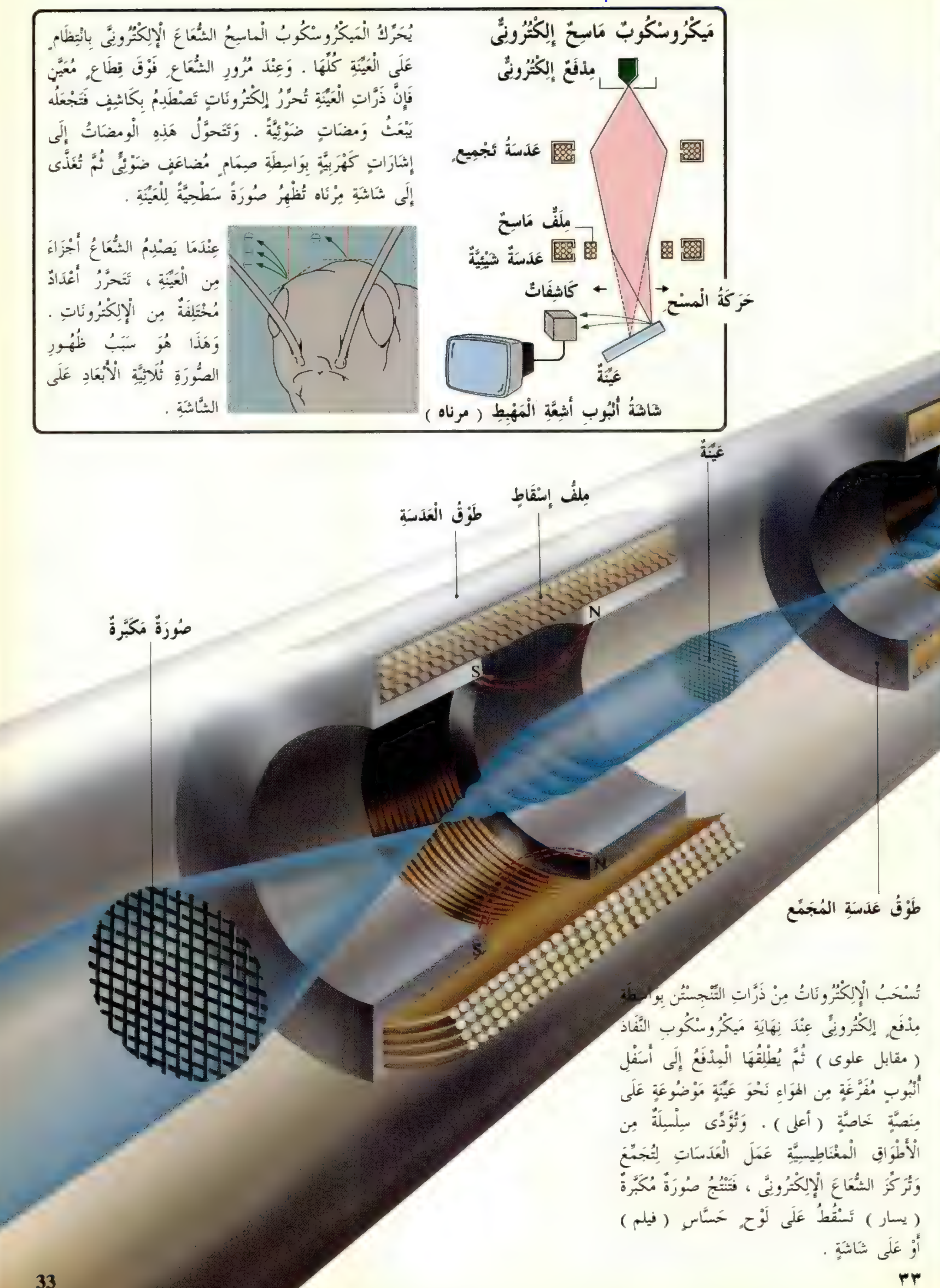
تُظهِرُ الْعِظَامُ تَرْكِيبًا شَرِيطيًّا ، بَعْدَ تَكْبِيرِهَا ١٣٠٠٠ مَرَّةٍ .



يُخرِجُ مِيكرُوسكُوبُ النَّفَاذِ صُوَرًا فُوتُوغْرافِيَّةً أَوْ بِالْفِيدْيُو لِلمِسَاحَاتِ الدَّقِيقَةِ .

وَإِلَى الْيَمِينِ تَظْهَرُ ذَرَّاتُ السِّيلِيكُون المكَوِّنَةِ لِلبَلُّورَةِ مُكَبَّرَةً ٢ مِلْيُون مَرَّةٍ ، وَقَدِ اصْطَفَّتْ مِثْلَ جُنُودٍ فِي اسْتِعْرَاضٍ .





يُحرِّكُ الْمَيكْرُوسْكُوبُ الْماسِحُ الشُّعَاعَ الْإِلِكْتْرُونِيَّ بِانْتِظامٍ عَلَى الْعَيِّنَةِ كُلِّهَا . وَعِنْدَ مُرُورِ الشُّعَاعِ فَوْقَ قِطَاعٍ مُعَيَّنٍ فَإِنَّ ذَرَّاتِ الْعَيِّنَةِ تُحرِّرُ إِلِكْتْرُونَاتٍ تَصْطَدِمُ بِكَاشِفٍ فَتَجْعَلُهُ يَبْعَثُ وَمضاتٍ ضَوْئِيَّةً . وَتَتَحوَّلُ هَذِهِ الْومضاتُ إِلَى إِشَارَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ بِوَاسِطَةِ صِمَامٍ مُضاعِفٍ ضَوْئِيٍّ ثُمَّ تُغَذَّى إِلَى شَاشَةِ مِرْنَاه تُظْهِرُ صُورَةً سَطْحِيَّةً لِلْعَيِّنَةِ .

عِنْدَمَا يَصْدِمُ الشُّعَاعُ أَجْزَاءً مِن الْعَيِّنَةِ ، تَتحرَّرُ أَعْدَادٌ مُخْتَلِفَةٌ مِن الْإِلِكْتْرُونَاتِ . وَهَذَا هُوَ سَبَبُ ظُهُورِ الصُّورَةِ ثُلاثِيَّةِ الْأَبْعَادِ عَلَى الشَّاشَةِ .

تُسْحَبُ الْإِلِكْتْرُونَاتُ مِنْ ذَرَّاتِ التَّنجسْتن بواسطة مِدْفعٍ إِلِكْتْرونِيٍّ عِنْدَ نِهَايَةِ مِيكْرُوسْكُوبِ النَّفاذ (مقابل علوى) ثُمَّ يُطْلِقُهَا الْمِدْفَعُ إِلَى أَسْفَلِ أُنْبُوبٍ مُفَرَّغةٍ مِن الهَوَاءِ نَحْوَ عَيِّنَةٍ مَوْضُوعَةٍ عَلَى مِنَصَّةٍ خَاصَّةٍ (أعلى) . وَتُؤدِّى سِلْسِلَةٌ مِن الْأَطْوَاقِ الْمغْنَاطِيسِيَّةِ عَمَلَ الْعَدَسَاتِ لِتُجَمِّعَ وَتُرَكِّزَ الشُّعَاعَ الإِلِكْتْرونِيَّ ، فَتَنْتُجُ صُورَةٌ مُكَبَّرةٌ (يسار) تَسْقُطُ عَلَى لَوْحٍ حَسَّاسٍ (فيلم) أَوْ عَلَى شَاشَةٍ .

مَا هُوَ رَاسِمُ الطَّيْفِ الصَّوْتِيِّ ؟

يُكَوِّنُ رَاسِمُ الطَّيْفِ الصَّوْتِيِّ صُورَةً لِلْكَلِماتِ الْمَنْطُوقَةِ فِي عِدَّةِ خُطُوَاتٍ ، وَذَلِكَ بِتَرْجَمَةِ اهْتِزَازَاتِ مَوْجَاتِ الصَّوْتِ إِلَى سِلْسِلَةٍ مِن الْأَشْكَالِ تُسَمَّى الرَّسْمَ الطَّيْفِيَّ لِلصَّوْتِ . وَتَبْدَأُ عَمَلِيَّةُ التَّحْوِيلِ عِنْدَمَا يَتَحَدَّثُ شَخْصٌ فِي مِيكْرُوفُونٍ وَيَتِمُّ تَكْبِيرُ صَوْتِهِ . وَتُمَرَّرُ الْإِشَارَةُ بَعْدَ ذَلِكَ خِلَالَ مَجْمُوعَةٍ مِن الْمُرَشِّحَاتِ الْإِلِكْتُرُونِيَّةِ مُؤَلَّفَةً لِمَوْجَاتٍ صَوْتِيَّةٍ تَهْتَزُّ عِنْدَ تَرَدُّدَاتٍ مُعَيَّنَةٍ . ثُمَّ تُغَذِّي الْمُرَشِّحَاتُ هَذِهِ الْإِشَارَاتِ الَّتِي تَمَّ تَحْلِيلُهَا إِلَى قُرْصٍ مَغْنَاطِيسِيٍّ يُخَزِّنُ تَتَابُعَ الْإِشَارَاتِ لِمُدَّةٍ طُولُهَا ثَانِيَتَانِ . وَيُعَادُ عَزْفُ هَذَا التَّتَابُعِ عِدَّةَ مَرَّاتٍ لِتَتَحَرَّكَ إِبْرَةٌ لِأَعْلَى وَأَسْفَلَ عَلَى وَرَقٍ بَيَانِيٍّ مُثَبَّتٍ عَلَى أُسْطُوَانَةٍ دَوَّارَةٍ . وَبَعْدَ أَنْ تَدُورَ الْأُسْطُوَانَةُ عِدَّةَ مَرَّاتٍ يَتَّضِحُ شَكْلُ وَشِدَّةُ الْمَوجَاتِ الصَّوْتِيَّةِ الَّتِي يَتَكَوَّنُ مِنْهَا تَتَابُعُ الصَّوْتِ الْمُسَجَّلِ .





يَتَكَوَّنُ رَاسِمُ طَيْفِ الصَّوْتِ مِنْ أَجْزَاءٍ عَدِيدَةٍ مُتَّصِلَةٍ بِبَعْضِهَا ، مِنْهَا وَحْدَةُ التَّكْبِيرِ (أسفل) ، وَمَجْمُوعَةٌ مِنَ الْمُرَشِّحَاتِ الْكَهْرَبِيَّةِ ، وَوَحْدَاتٌ لِلتَّسْجِيلِ وَإِعَادَةِ الْعَرْضِ وَرَسْمِ صَوْتِ الشَّخْصِ بَيَانِيًّا .



اَلتَّحدُّثُ فِي المُسْتَقْبِل

يَمُرُّ صَوْتُ الشَّخْصِ مِنَ المُسْتَقْبِلِ إِلَى مُكَبِّرِ الصَّوْتِ (يسار) .

دَوَائِرُ ذَكِيَّةٌ

تُحِسُّ الْمُرَشِّحَاتُ (أقصى يسار) بِالْمَوْجَاتِ الصَّوْتِيَّةِ الَّتِي تَهتَزُّ مِنْ صِفْرٍ إِلَى ٨٠٠٠ هرتز (ذبذبة / ثانية) وَتُصَنِّفُهَا حَسَبَ تَرَدُّدَاتِهَا .

تَقْسِيمُ الْمَوْجَات

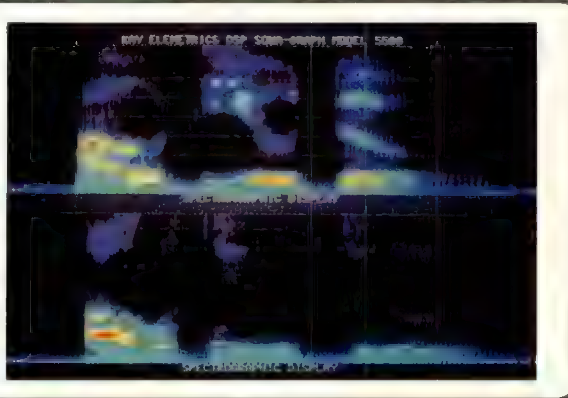
يَتِمُّ وَضْعُ الْمَوْجَاتِ الصَّوْتِيَّةِ فِي مَجْمُوعَاتٍ تَشْمَلُ تَرَدُّدَاتٍ بِاتِّسَاعٍ يَبْلُغُ ٤٥ أو ٣٠٠ هرتز . وَتُرْسِلُ دَائِرَةٌ أُخْرَى (أدنى يسار) الْإِشَارَةَ الَّتِي تَمَّ تَحْلِيلُهَا إِلَى الْقُرْصِ الْمَغْنَاطِيسِيِّ .

إِشَارَاتُ التَّرَدُّدِ

الْإِبْرَةُ وَالشَّرِيطُ الدَّقِيقُ (الفِيلْم)

تُسَجِّلُ الْإِبْرَةُ عَلَامَاتٍ عَلَى فِيلْمٍ حَسَّاسٍ لِلْكَهْرَبَاءِ (يمين) أَثْنَاءَ دَوَرَانِهَا عَلَى عَمُودِ التَّسْجِيلِ . وَتُوَضِّحُ الْمَسَارَاتُ النَّاتِجَةُ التَّغَيُّرَاتِ فِي التَّرَدُّدِ وَالشِّدَّةِ .

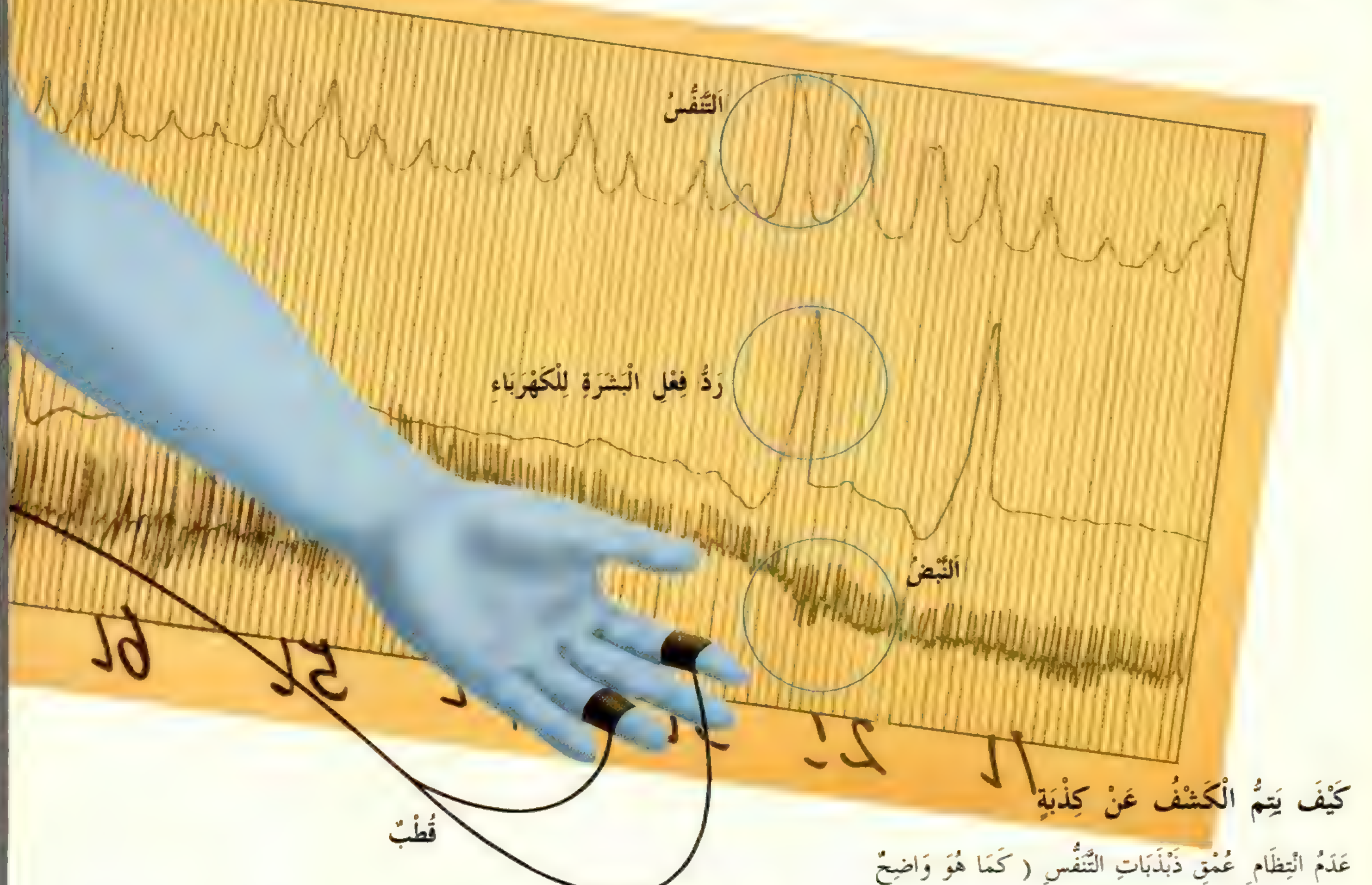
بَصَمَاتُ الصَّوْتِ مِثْلُ بَصَمَاتِ الْأَصَابِعِ



هَذِهِ الْأَطْيَافُ الصَّوْتِيَّةُ الْمُلَوَّنَةُ أَنْتَجَهَا رَاسِمُ طَيْفٍ أَكْثَرَ تَطَوُّرًا مُزَوَّدٌ بِكمبيوتر ، فَيُسَجِّلُ الصَّوْتَ رَقْمِيًّا ثُمَّ يُحَلِّلُه . وَهِيَ تُبَيِّنُ عِبَارَةَ « كَيْفَ حَالُكَ » ؟ كَمَا يَنْطِقُهَا أَمْرِيكِيٌّ (أعلى) ، وَيَابَانِيٌّ (أسفل) . وَتُحَدَّدُ شِدَّةُ الصَّوْتِ بِالْأَلْوَانِ ، فَالْأَحْمَرُ أَشَدُّهَا ، يَلِيهِ الْأَصْفَرُ فَالْأَخْضَرُ فَالْأَزْرَقُ الْفَاتِحُ فَالْأَزْرَقُ ثُمَّ الْبَنَفْسَجِيُّ . وَهَذِهِ الْأَطْيَافُ عَالِيَةُ الدِّقَّةِ تُسَمَّى بَصْمَةَ الصَّوْتِ وَتُسْتَخْدَمُ لِتَحْدِيدِ الْهُوِيَّةِ لِأَنَّهَا تَخْتَلِفُ مِنْ شَخْصٍ لِآخَرَ .

كَيْفَ يَسْتَطِيعُ جِهازُ كَشْفِ الْكَذِبِ أَنْ يُحَدِّدَ الْأَكَاذِيبَ؟

عِنْدَمَا يَتَحدَّثُ شَخْصٌ ما فَقَدْ تَزْدَادُ ضَرَبَاتُ قَلْبِهِ وَيُسْرِعُ تَنَفُّسُهُ لَا إِرَادِيًّا ، كَمَا قَدْ يَزْدَادُ ضَغْطُ دَمِهِ ، وَتَعْرَقُ رَاحَتَا يَدَيْهِ . وَتَرْصُدُ الْمِرْسَامَةُ الْمُتَعدِّدَةُ أَوْ مِكْشَافُ الْكَذِبِ هَذِهِ التَّغَيُّرَاتِ الْوَظَائِفِيَّةَ عِنْدَمَا يُجِيبُ الشَّخْصُ عَنْ أَسْئِلَةٍ يُوَجِّهُهَا إِلَيْهِ مُتَخَصِّصٌ مُدَرَّبٌ . وَيَطْرَحُ الْمتَخصِّصُ عَادَةً سِلْسِلَةً مِن الْأَسْئِلَةِ الْعَادِيَّةِ أَوَّلًا لِيُحَدِّدَ رَدَّ الْفِعْلِ الطَّبِيعِيِّ ثُمَّ يَنْتَقِلُ إِلَى أَسْئِلَةٍ أَكْثَرَ إِجْهادًا فِى الْإِجَابَةِ . فَإِذَا كَانَ الشَّخْصُ مُهتَزًّا وَظَائِفِيًّا ــ مِثْلَ حَالَتِهِ عِنْدَمَا يَكْذِبُ ــ فَإِنَّ الْأَقْطَابَ الصَّغِيرَةَ لِلْمِكْشَافِ تُسَجِّلُ هَذِهِ التَّغَيُّرَاتِ . وَرَغْمَ أَنَّ بَعْضَ الشَّخْصِيَّاتِ الحدِيدِيَّةِ قَدْ تَخْدَعُ هَذَا الْجِهازَ ، إِلَّا أَنَّهُ يُسْتَخدَمُ بِمعْرِفَةِ الشُّرْطَةِ وَالْمُحقِّقِينَ الْآخَرِينَ فِى بَعْضِ الْقَضَايَا لِلْوُصُولِ إِلَى الْحَقِيقَةِ .



كَيْفَ يَتِمُّ الْكَشْفُ عَنْ كِذْبَةٍ

عَدَمُ انْتِظَامِ عُمْقِ ذَبْذَبَاتِ التَّنَفُّسِ (كَمَا هُوَ وَاضِحٌ فِى الدَّائِرَةِ الزَّرْقَاءِ بِالرَّسْمِ الْبَيَانِيِّ الْعُلْوِيِّ) قَدْ يُشِيرُ إِلَى التَّوَتُّرِ وَاحْتِمَالِ الْكَذِبِ .

يَكُونُ الرَّسْمُ الْبَيَانِيُّ لِرَدِّ فِعْلِ بَشَرَةِ شَخْصٍ هَادِئٍ لِلْكَهْرَبَاءِ ثَابِتًا ، وَلَكِنَّهُ يَضْطَرِبُ فِى حَالَةِ الْكَذِبِ (أعلى وسط) .

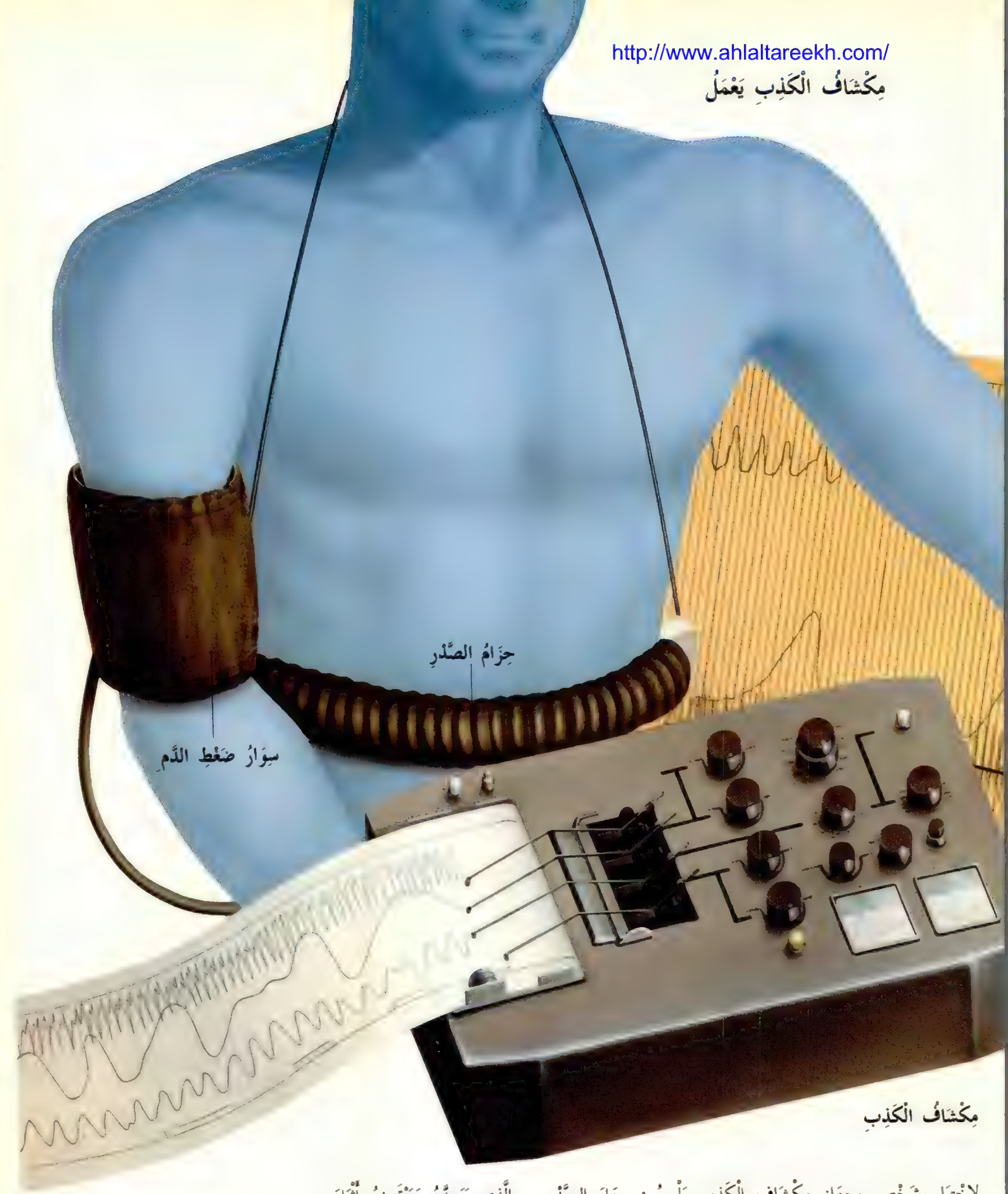
يُؤَدِّى الْإِجْهَادُ إِلَى انْقِبَاضِ الْأَوْعِيَةِ الدَّمَوِيَّةِ فَيَرْتَفِعُ ضَغْطُ الدَّمِ وَيَزْدَادُ مُعَدَّلُ ضَرَبَاتِ الْقَلْبِ . وَيَظْهَرُ هَذَا التَّأْثِيرُ عَلَى صُورَةِ زِيَادَةٍ فِى مَوْجَةِ النَّبْضِ (أعلى سفلى) .

الْجِلْدُ الْفَاضِحُ

تَسْتَجِيبُ الْغُدَدُ الْعَرَقِيَّةُ أَيْضًا لِلْإِجْهَادِ ، فَتُفْرِزُ عَرَقًا يُخَفِّضُ دَرَجَةَ حَرَارَةِ الْجِسْمِ ، مِمَّا يُحْدِثُ تَغَيُّرًا كَبِيرًا فِى التَّوْصِيلِ الْكَهْرَبِيِّ . وَيُوَصِّلُ الْفَنِّيُّونَ الْأَقْطَابَ عِنْدَ الْيَدَيْنِ وَبَاطِنِ الْقَدَمَيْنِ حَيْثُ تُوجَدُ أَكْثَرُ الْغُدَدِ تَأَثُّرًا .

أَحَدُ مَسَامِّ الْجِلْدِ — غُدَّةٌ عَرَقِيَّةٌ — أُنْبُوبٌ شَعْرِيَّةٌ — لِيفَةٌ عَصَبِيَّةٌ — وَرِيدٌ

مِكْشَافُ الْكَذِبِ يَعْمَلُ



مِكْشَافُ الْكَذِبِ

لِاخْتِبَارِ شَخْصٍ بِجِهَازِ مِكْشَافِ الْكَذِبِ يَلْبِسُ : حِزَامَ الصَّدْرِ ـ الَّذِى يَتمدَّدُ وَيَنْقَبِضُ أَثْنَاءَ تَنَفُّسِهِ ـ، وَسِوَارَ ضَغْطِ الدَّمِ ، وَأَقْطَابًا عَلَى أَصَابِعِهِ . وَتَنْتَقِلُ الْقِرَاءَاتُ مِنْ هَذِهِ الْأَجْهِزَةِ إِلَى رِيشَاتٍ مَوْجُودَةٍ بِالْمِكْشَافِ (أعلى) تُحْدِثُ رُسُومَاتٍ مُتَّصِلَةً تُوَضِّحُ مُعَدَّلَ التَّنَفُّسِ ، وَمُعَدَّلَ ضَرَبَاتِ الْقَلْبِ ، وَرَدَّ فِعْلِ الْبَشَرَةِ لِلْكَهْرَبَاءِ الَّذِى يَقِيسُ الْخصَائِصَ الْكَهْرَبِيَّةَ لِلْجِلْدِ . وَعِنْدَمَا يَكُونُ الشَّخْصُ مُتَوَتِّرًا ، يَظْهَرُ رَدُّ فِعْلِهِ عَلَى شَكْلِ نُتوءَاتٍ فِى الْمَوْجَاتِ كَمَا هُوَ وَاضِحٌ فِى الصَّفْحَةِ الْمُقَابِلَةِ . وَيتَعَلَّمُ الْمتَخَصِّصُونَ الْمدَرَّبُونَ كَيْفَ يُحَدِّدُونَ الرُّسُومَاتِ الَّتِى تُحدِّدُ الْمَوْضُوعَ الْمحْتَمَلَ للكَذِبِ .

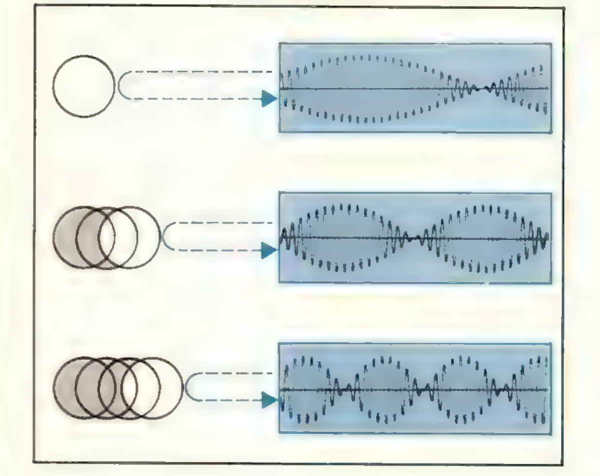
كَيْفَ تُسَجِّلُ مُسَدَّسَاتُ السُّرْعَةِ سُرْعَاتِ الكُرَاتِ؟

مُسَدَّسُ السُّرْعَةِ يَقِيسُ سُرْعَةَ قَذْفِ كُرَةٍ بِتَسْجِيلِ إِزَاحَةِ دُوبْلَر لِلْمَوْجَاتِ الْقَصِيرَةِ جِدًّا الْمُرْتَدَّةِ عَنِ الْكُرَةِ أَثْنَاءَ انْطِلَاقِهَا فِى الْهَوَاءِ . وَقَدْ سُمِّىَ تَأْثِيرُ دُوبْلَر بِاسْمِ الْعَالِمِ الْفِيزِيَائِىِّ النِّمْسَاوِىِّ الَّذِى كَانَ أَوَّلَ مَنْ وَصَفَهُ عَامَ ١٨٤٢ ، وَتَحدُثُ إِزَاحَةُ دُوبْلَر عِنْدَمَا تَتَغَيَّرُ الْمَسَافَةُ بِتَغَيُّرِ الزَّمَنِ بَيْنَ مُرَاقِبٍ وَبَيْنَ جِسْمٍ مُتَحَرِّكٍ يُصْدِرُ حَرَكَاتٍ مَوْجِيَّةً . فَإِذَا اقْتَرَبَ الْمَصْدَرُ مِنَ الْمُرَاقِبِ ازْدَادَ تَرَدُّدُ الْمَوْجَاتِ ، وَإِذَا ابْتَعَدَ الْمَصْدَرُ عَنِ الْمُرَاقِبِ انْخَفَضَ تَرَدُّدُ الْمَوْجَاتِ . وَلِذَلِكَ فَإِنَّ نَبْرَةَ صَوْتِ نَفِيرِ الْعَرَبَةِ الْمُنْتَظِمِ يَبْدُو كَأَنَّهَا تَرْتَفِعُ عِنْدَ اقْتِرَابِ السَّيَّارَةِ ، وَكَأَنَّهَا تَنْخَفِضُ بِابْتِعَادِهَا .

وَيُزَوَّدُ مُسَدَّسُ السُّرْعَةِ بِجِهَازِ اسْتِقْبَالٍ وَدَائِرَةٍ شَبِيهَةٍ بِكُمْبِيُوتَر صَغِيرٍ تَقُومُ مَعًا بِتَحْلِيلِ أَشْكَالِ التَّدَاخُلِ النَّاتِجَةِ عَنْ تَقَابُلِ الْمَوْجَاتِ الْقَصِيرَةِ الْمُتَّجِهَةِ نَحوَ الكُرَةِ مَعَ الْمَوْجَاتِ الْمُرْتَدَّةِ عَنْهَا . وَيَحْسِبُ الْكُمبيُوتَر مِنْ شَكْلِ التَّدَاخُلِ مِقْدَارَ إِزَاحَةِ دُوبْلَر ، وَبِالتَّالِى سُرْعَةَ الكُرَةِ . وَتَعْمَلُ مُسَدَّسَاتُ الرَّادَارِ الَّتِى يَحْمِلُهَا رِجَالُ الْمُرُورِ بِطَرِيقَةٍ مُمَاثِلَةٍ .

قِرَاءَةُ أَشْكَالِ التَّدَاخُلِ

تَرْتَدُّ الْمَوْجَاتُ عَنِ الكُرَةِ بِسُرْعَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ ، فَتُحْدِثُ أَشْكَالًا فَرِيدَةً مِنَ التَّدَاخُلِ .



مُسَدَّسُ سُرْعَةٍ يُحْمَلُ بِالْيَدِ

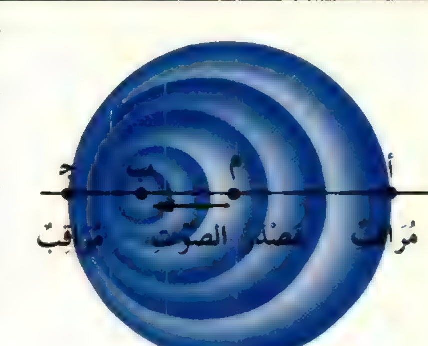
هَوَائِىٌّ

مُجَسُّ إِزَاحَةِ دُوبْلَر

وَحْدَةُ التحكُّمِ المَركَزِيَّةِ CPU

مِفْتَاحُ التَّشْغِيلِ وَالْغَلْقِ

يَعْمَلُ مُسَدَّسُ السُّرْعَةِ الْمَحْمُولُ بِالْيَدِ بِوَاسِطَةِ زِنَادٍ عَلَى مِقْبَضِهِ ، فَيُسَلِّطُ إِشَارَةً لَاسِلْكِيَّةً مَوْجِيَّةً قَصِيرَةً جِدًّا عَلَى كُرَةٍ فِى طَرِيقِهَا إِلَى الِانْطِلَاقِ . فَتَظْهَرُ عَلَى الْفَوْرِ سُرْعَةُ الْكُرَةِ عَلَى شَاشَةٍ رَقْمِيَّةٍ .



تَأْثِيرُ دُوبْلر

تَرَدُّدُ الْمَوْجَةِ الْمتحرِّكَةِ مِنْ م إِلَى ب ، يَبْدُو لمراقِبٍ عِنْدَ أ أَقَلَّ مِنْهُ لمراقِبٍ عِنْدَ ج . وَيَحْدُثُ هَذَا التَّأْثِيرُ لجَمِيعِ أَنْوَاعِ الْمَوْجَاتِ بِمَا فِيهَا الضَّوْئِيَّةِ وَالصَّوْتِيَّةِ .



مَوْجَةُ تَدَاخُلٍ

كَيْفِيَّةُ عَمَلِ الدَّائِرَةِ

جِسْمٌ مُتَحَرِّكٌ

مَوْجَةٌ لَاسِلْكِيَّةٌ صَادِرَةٌ

مَوْجَةٌ لَاسِلْكِيَّةٌ مُنْعَكِسَةٌ

هَوَائِيٌّ

صِمَامٌ ثُنَائِيٌّ مُرْسِلٌ

صِمَامٌ ثُنَائِيٌّ مُسْتَقْبِلٌ

وَحْدَةُ تَحَكُّمٍ مَرْكَزِيَّةٌ

مُكَبِّرٌ أَوَّلِيٌّ

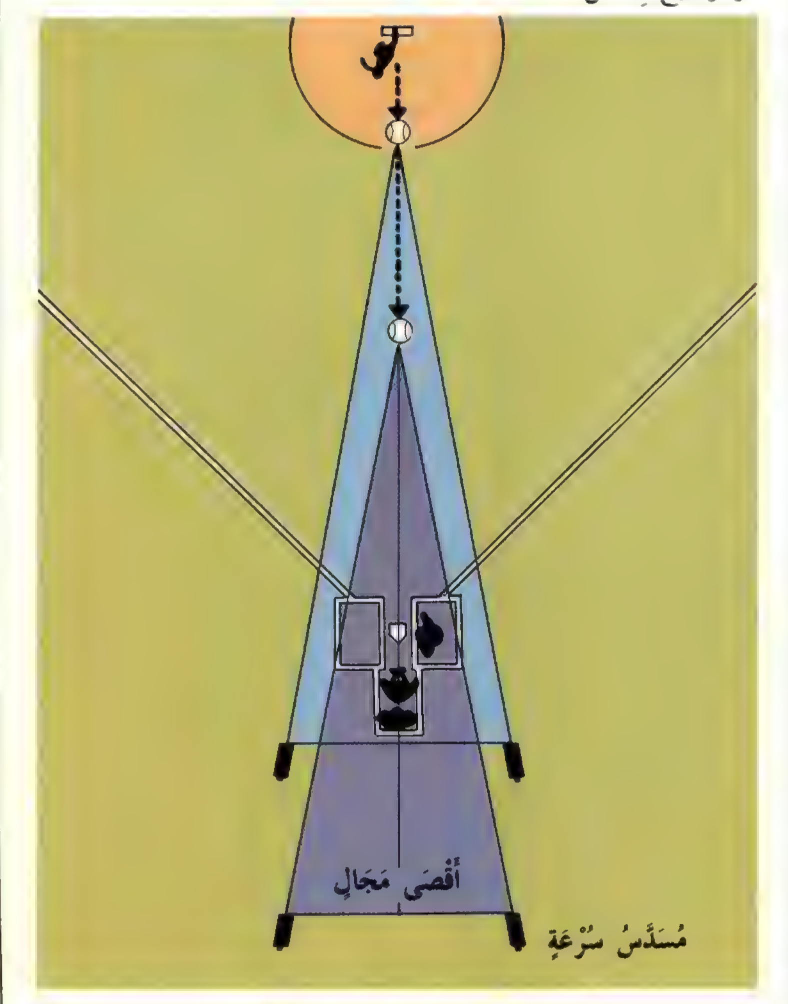
دَائِرَةُ الْإِمْدَادِ بِالْقُدْرَةِ

شَاشَةُ الْعَرْضِ

يُرْسِلُ صِمَامٌ ثُنَائِيٌّ مَوْجَاتٍ قَصِيرَةً جِدًّا خِلَالَ الْهَوَائِيِّ الَّذِي يَلْتَقِطُ أَيْضًا الْمَوْجَاتِ الْمُرْتَدَّةَ وَيُغَذِّيهَا إِلَى صِمَامٍ ثُنَائِيٍّ آخَرَ . وَيُكَبِّرُ جِهَازُ التَّكْبِيرِ الْأَوَّلِيُّ الْإِشَارَةَ ، ثُمَّ تُحَلِّلُهَا وَحْدَةُ التَّحَكُّمِ الْمَرْكَزِيَّةُ وَتُعْرَضُ النَّتَائِجُ عَلَى الشَّاشَةِ .

مَجَالُ إِطْلَاقِ النَّارِ

يُمْكِنُ لِمُسَدَّسَاتِ السُّرْعَةِ أَنْ تَقِيسَ سُرْعَةَ الْأَجْسَامِ الْمُتَحَرِّكَةِ لمسَافَةِ حَوَالَى ٢٠٠ قَدَمٍ بِسُرْعَاتٍ بَيْنَ صِفْرٍ ، ١٩٩ مِيلًا / ساعة . وَتُؤْخَذُ الْقِرَاءَاتُ مَرَّةً كُلَّ ثَانِيَةٍ تَقْرِيبًا فِي أَيِّ مَوْضِعٍ فِي الْمَجَالِ الْمَخْرُوطِيِّ لِلْأَشِعَّةِ كَمَا هُوَ وَاضِحٌ بِأَسْفَلَ .



كَيْفَ تَتِمُّ الطِّبَاعَةُ الْحَدِيثَةُ ؟

تُسْتَخْدَمُ ثَلاثُ طُرُقٍ رَئِيسِيَّةٍ لِطِبَاعَةِ الصُّوَرِ وَالْحُرُوفِ عَلَى الصَّفَحَاتِ ، هِيَ : الطِّبَاعَةُ الْبَارِزَةُ ، وَالطِّبَاعَةُ الْغَائِرَةُ ، وَالطِّبَاعَةُ الْحَجَرِيَّةُ . وَلِكُلٍّ طَرِيقَةٌ مُخْتَلِفَةٌ لِتَحْضِيرِ اللَّوْحِ الْمُوَزِّعِ لِلْحِبْرِ . وَتَعْتَمِدُ الطِّبَاعَةُ الْبَارِزَةُ عَلَى حَفْرِ أَسْطُحٍ بَارِزَةٍ تَحْمِلُ الْحِبْرَ ، وَيَتِمُّ إِبْرَازُهَا إِمَّا آلِيًّا أَوْ بِاسْتِخْدَامِ الْكِيمَاوِيَّاتِ . وَالطِّبَاعَةُ الْغَائِرَةُ عَكْسُ الْعَمَلِيَّةِ السَّابِقَةِ ، فَهِيَ تَعْتَمِدُ عَلَى الْحَفْرِ عَلَى لَوْحٍ مَعْدِنِيٍّ يَضُمُّ كُلَّ الْمِسَاحَاتِ الَّتِي سَتَتِمُّ طِبَاعَتُهَا . أَمَّا الطِّبَاعَةُ الْحَجَرِيَّةُ — وَهِيَ الْأَكْثَرُ انْتِشَارًا الْيَوْمَ — فَهِيَ تَسْتَخْدِمُ لَوْحًا مَعْدِنِيًّا يُعَالَجُ خِصِّيصًا لِكَيْ تَلْتَقِطَ أَجْزَاءُ مُعَيَّنَةٌ مِنْهُ فَقَطِ الْحِبْرَ ، وَتَطْرُدَهُ الْأَجْزَاءُ الْأُخْرَى . وَأَفْضَلُ نَوْعٍ لِلطِّبَاعَةِ الْحَجَرِيَّةِ الْأُوفْسِت ، وَفِيهِ يَتِمُّ ضَغْطُ اللَّوْحِ الْمَعْدِنِيِّ عَلَى لَوْحٍ مِنَ الْمَطَّاطِ (الْبِطَانَةُ) مَوْضُوعٍ عَلَى أُسْطُوَانَةٍ دَوَّارَةٍ يُوضَعُ أَسْفَلَهَا الْوَرَقُ الْمُقَطَّعُ إِلَى أَفْرُخٍ أَوِ الْمُتَّصِلُ (الْمِلَفُّ) لِيَسْتَقْبِلَ الْحِبْرَ عِنْدَ ضَغْطِهِ عَلَيْهَا . وَيَنْتُجُ عَنْهَا طِبَاعَةٌ وَاضِحَةٌ ذَاتُ أَحْرُفٍ وَصُوَرٍ عَالِيَةِ الْجَوْدَةِ ، وَلَكِنَّ حُرُوفَ الطِّبَاعَةِ الْمُجَسَّمَةِ أَوْضَحُ ، وَدَرَجَاتِ اللَّوْنِ وَالظِّلالِ فِي الطِّبَاعَةِ الْغَائِرَةِ أَفْضَلُ .

طَرِيقَةُ الْأُوفْسِت

لَوْحٌ مِنَ الْأَلُومُونْيُوم

١

٢

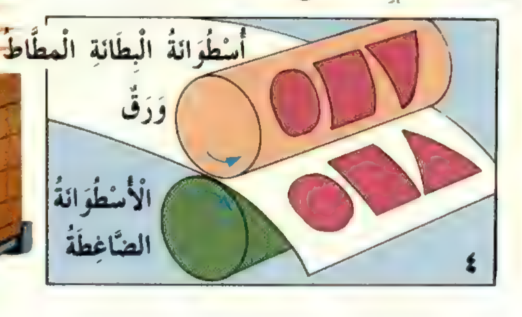
مِسَاحَةٌ مُغَطَّاةٌ بِالرَّاتِنْجِ

مَاءٌ

حِبْرٌ

يُطْبَقُ لَوْحٌ مِنَ الْأَلُومُونْيُوم حَسَّاسٌ لِلضَّوْءِ (١) عَلَى صُورَةٍ سَلْبِيَّةٍ (نيجاتيف) لِلصَّفْحَةِ الْمُرَادِ طَبْعُهَا ثُمَّ يُعَرَّضُ اللَّوْحُ لِلضَّوْءِ وَيُشْطَفُ فَيُصْبِحُ مُحَمَّلًا بِمِسَاحَاتٍ تَطْرُدُ الْمَاءَ وَلَكِنَّهَا تَقْبَلُ الْحِبْرَ ، وَهِيَ الْمُغَطَّاةُ بِالرَّاتِنْجِ (٢) . ثُمَّ يُرَكَّبُ اللَّوْحُ عَلَى أُسْطُوَانَةٍ حَيْثُ يُمَرِّرُ حِبْرَهُ إِلَى بِطَانَةٍ مِنَ الْمَطَّاطِ (٣) تَنْقُلُ الْحِبْرَ سَرِيعَ الْجَفَافِ إِلَى الْوَرَقِ الْمُحْكَمِ الْمُسَمَّى الْمِلَفَّ (٤) .





الطِّبَاعَةُ بِأَرْبَعَةِ أَلْوَانٍ

لِلْحُصُولِ عَلَى صُوَرٍ طَبِيعِيَّةِ الْأَلْوَانِ ، يُقَسِّمُ الطَّبَّاعُونَ الصُّوَرَ إِلَى أَرْبَعَةِ أَلْوَانٍ رَئِيسِيَّةٍ : الْأَزْرَقُ الدَّاكِنُ ، وَالْأَصْفَرُ ، وَالْأَحْمَرُ الْأُرْجُوَانِيُّ ، وَالْأَسْوَدُ . وَتُوضَعُ الْأَلْوَانُ الْأَرْبَعَةُ عَلَى شَكْلِ نُقَطٍ صَغِيرَةٍ يَخْتَلِفُ حَجْمُهَا طِبْقًا لِتَفَاصِيلِ الصُّورَةِ . وَيُوَازِنُ عُمَّالُ الطِّبَاعَةِ بَيْنَ الْأَلْوَانِ بِدِقَّةٍ لِلْحُصُولِ عَلَى صُورَةٍ حَيَّةٍ مِثْلِ تِلْكَ الَّتِي عَلَى أَقْصَى الْيَسَارِ .



الْأُوفِسِتْ لِلطِّبَاعَةِ بِلَوْنَيْنِ عَلَى الْوَرَقِ

١ ــ الْحِبْرُ الْأَحْمَرُ الْأُرْجُوَانِيُّ
٢ ــ أُسْطُوَانَاتُ الْحِبْرِ
٣ ــ أُسْطُوَانَاتُ الْمَاءِ
٤ ــ مَاءٌ
٥ ــ أُسْطُوَانَةُ اللَّوْحِ (الكليشيه)
٦ ــ أُسْطُوَانَةُ الْبِطَانَةِ الْمَطَّاط
٧ ــ أُسْطُوَانَةُ الْكَبْسِ
٨ ــ أُسْطُوَانَةُ التَّغْذِيَةِ بِالْوَرَقِ
٩ ــ أُسْطُوَانَةُ التَّدْوِيرِ
١٠ ــ حِبْرٌ أَصْفَرُ
١١ ــ أُسْطُوَانَاتُ الْحِبْرِ
١٢ ــ أُسْطُوَانَاتُ الْمَاءِ
١٣ ــ مَاءٌ
١٤ ــ أُسْطُوَانَةُ اللَّوْحِ
١٥ ــ أُسْطُوَانَةُ الْبِطَانَةِ الْمَطَّاط
١٦ ــ أُسْطُوَانَةُ الطِّبَاعَةِ
١٧ ــ أُسْطُوَانَةُ تَغْذِيَةٍ بِالْوَرَقِ
١٨ ــ الْأَفْرُخُ الْمَطْبُوعَةُ
١٩ ــ الْأَفْرُخُ الْمُنْتَهِيَةُ
٢٠ ــ الْوَرَقُ
٢١ ــ وَحْدَةُ التَّغْذِيَةِ بِالْوَرَقِ

إِنَّ دَوْرَةً وَاحِدَةً دَاخِلَ آلَةِ الطِّبَاعَةِ السَّرِيعَةِ هَذِهِ ، تُنْتِجُ طِبَاعَةً ذَاتَ لَوْنَيْنِ . لِلطِّبَاعَةِ بِأَرْبَعَةِ أَلْوَانٍ ، يُغَيِّرُ الطَّبَّاعُونَ الْحِبْرَ ثُمَّ يُعِيدُونَ الطَّبْعَ .

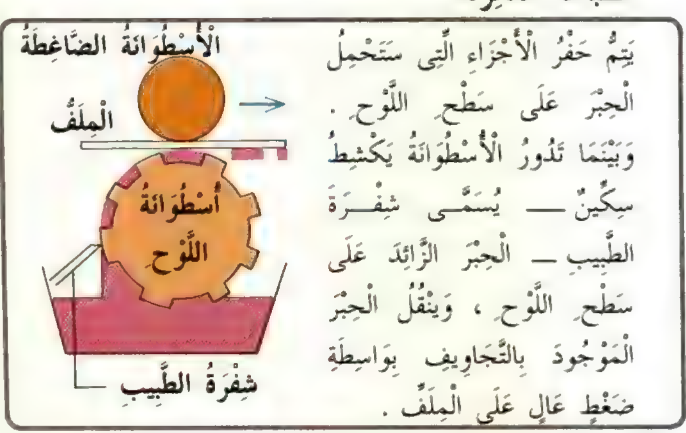
اَلطِّبَاعَةُ الْبَارِزَةُ

وَهِيَ رَائِدَةُ أَسَالِيبِ الطِّبَاعَةِ الْحَدِيثَةِ ، وَتَعْتَمِدُ عَلَى مِسَاحَاتٍ بَارِزَةٍ تَحْمِلُ الْحِبْرَ . وَيَحْتَاجُ تَجْهِيزُ هَذَا النَّوْعِ مِنَ الْأَلْوَاحِ إِلَى عِمَالَةٍ أَكْبَرَ عَدَدًا وَتَكْلِفَةٍ أَكْثَرَ مِنَ الطِّبَاعَةِ الْغَائِرَةِ أَوِ الْأُوفِسِت .



اَلطِّبَاعَةُ الْغَائِرَةُ

يَتِمُّ حَفْرُ الْأَجْزَاءِ الَّتِي سَتَحْمِلُ الْحِبْرَ عَلَى سَطْحِ اللَّوْحِ . وَبَيْنَمَا تَدُورُ الْأُسْطُوَانَةُ يَكْشِطُ سِكِّينٌ ــ يُسَمَّى شِفْرَةَ الطَّبِيبِ ــ الْحِبْرَ الزَّائِدَ عَلَى سَطْحِ اللَّوْحِ ، وَيَنْقُلُ الْحِبْرَ الْمَوْجُودَ بِالتَّجَاوِيفِ بِوَاسِطَةِ ضَغْطٍ عَالٍ عَلَى الْمِلَفِّ .



كَيْفَ تَعْمَلُ أَجْهِزَةُ الْكَشْفِ عَنِ الْمَعَادِنِ؟

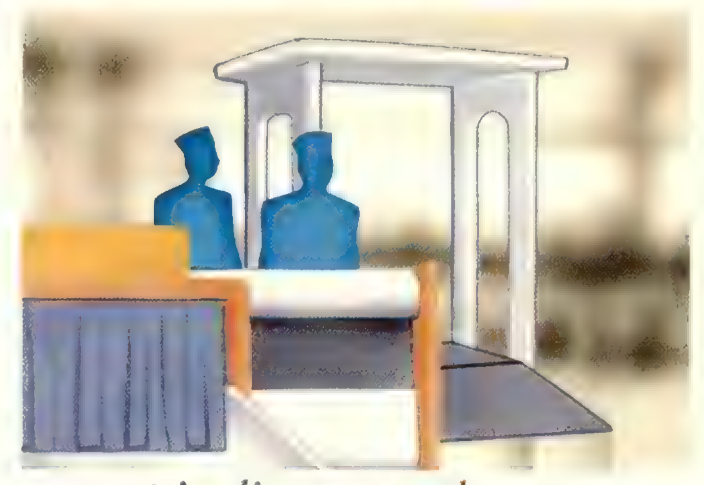
يُسْتَخْدَمُ جِهَازُ الكَشْفِ عَنِ المَعَادِنِ فِى بَوَّابَاتِ أَمْنِ الْمَطَارَاتِ ، وَمَكَانِسِ الْبَحْثِ عَنِ الْعُمْلَاتِ أَوِ الْمُجَوهَرَاتِ الْمَفْقُودَةِ عَلَى الشَّوَاطِئِ ، وَمَفَاتِيحِ إِشَارَاتِ الْمُرُورِ ، وَفُتْحَاتِ الْعُمْلَةِ فِى آلَاتِ الْبَيْعِ . وَتَعْتَمِدُ كُلُّهَا عَلَى حَقِيقَةٍ وَاحِدَةٍ هِىَ أَنَّ مُرُورَ قِطْعَةٍ مَعْدِنِيَّةٍ دَاخِلَ مَجَالٍ مَغْنَاطِيسِىٍّ قَوِىٍّ يُغَيِّرُ خَاصِّيَّةً أَوْ أَكْثَرَ مِنْ خَوَاصِّهَا الطَّبِيعِيَّةِ بِطَرِيقَةٍ يُمْكِنُ الْتِقَاطُهَا بِوَاسِطَةِ مُجَسٍّ . وَيُوجَدُ بِكُلِّ جِهَازٍ عُنْصُرُ إِرْسَالٍ يُوَلِّدُ الْمَجَالَ الْمَغْنَاطِيسِىَّ ، وَعُنْصُرُ اسْتِقْبَالٍ لِتَحْوِيلِ التَّغَيُّرِ الطَّبِيعِىِّ الثَّانَوِىِّ إِلَى إِشَارَةٍ كَهْرَبِيَّةٍ تُسَجَّلُ عَلَى قُرْصٍ مُدَرَّجٍ أَوْ تُصْدِرُ إِنْذَارًا صَوْتِيًّا .

وَأَبْسَطُ أَنْوَاعِ هَذِهِ الْأَجْهِزَةِ يُوَلِّدُ تَيَّارًا كَهْرَبِيًّا يَمُرُّ فِى مِلَفٍّ مِنَ السِّلْكِ ، فَيُوَلِّدُ مَجَالًا مَغْنَاطِيسِيًّا . وَعِنْدَمَا يَمُرُّ الْمِلَفُّ فَوْقَ قِطْعَةٍ مَعْدِنِيَّةٍ ، يُكَوِّنُ الْمَعْدِنُ بِالتَّأْثِيرِ مَجَالًا مَغْنَاطِيسِيًّا آخَرَ يَتَدَاخَلُ مَعَ الْمَجَالِ الْأَوَّلِ ، فَيَنْعَكِسُ اتِّجَاهُ التَّيَّارِ الْمَارِّ فِى الْمِلَفِّ . وَتَلْتَقِطُ دَائِرَةُ الْمُجَسِّ هَذَا الِانْعِكَاسَ . أَمَّا الْكَاشِفَاتُ الْأَكْثَرُ تَعْقِيدًا الَّتِى تَعْرِضُ عَلَى شَاشَةٍ الْأَسْلِحَةَ الْمُخَبَّأَةَ أَوِ الْقَنَابِلَ أَوْ أَجْزَاءً مَعْدِنِيَّةً مُلَوِّثَةً لِلطَّعَامِ أَوْ لُبِّ الْوَرَقِ أَوِ الْبَلَاسْتِكِ الْخَامِ ، فَقَدْ تَحْوِى مِلَفَّاتٍ إِضَافِيَّةً وَشَذَرَاتٍ حَاسِبِيَّةً تُقَوِّى حَسَاسِيَّتَهَا .



صُنْدُوقُ التَّحَكُّمِ

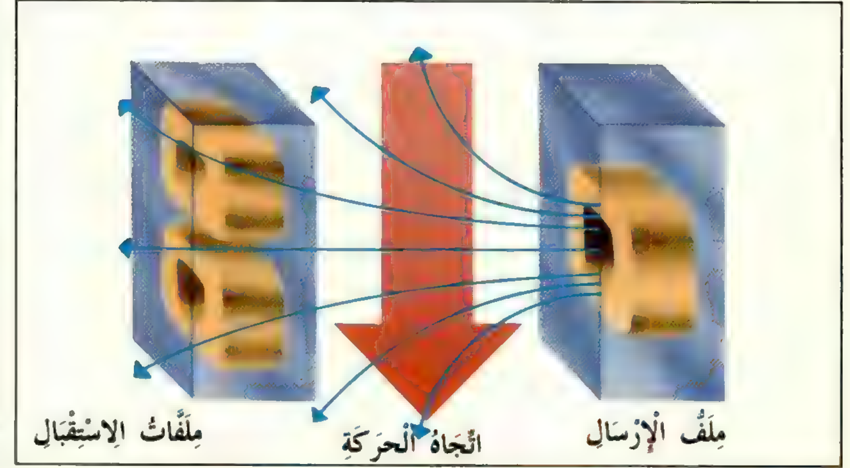
يَضْبِطُ رِجَالُ الْأَمْنِ مَدَى حَسَاسِيَةِ صُنْدُوقِ التَّحَكُّمِ (أعلى) لِلتَّأَكُّدِ مِنْ أَنَّ الْإِنْذَارَ يَصْدُرُ فَقَطْ عِنْدَ وُجُودِ كَمِّيَّةٍ غَيْرِ مُعْتَادَةٍ مِنَ الْمَعْدِنِ .



مُسَافِرٌ يَتَأَهَّبُ لِدُخُولِ بَوَّابَةِ الْأَمْنِ بِالْمَطَارِ .

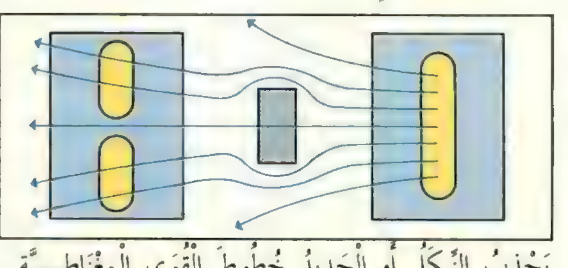
قِيَاسُ الْمَجَالَاتِ الْمَغْنَاطِيسِيَّةِ

عِنْدَمَا يَمُرُّ جِسْمٌ مَعْدِنِىٌّ خِلَالَ بَوَّابَةِ الْأَمْنِ (أسفل) ، يَزْدَادُ تَدَفُّقُ أَوْ قُوَّةُ وَمَدَى الْمَجَالِ الْمَغْنَاطِيسِىِّ وَهَذِهِ الزِّيَادَةُ تُصَاحِبُهَا زِيَادَةٌ فِى جُهْدِ التَّيَّارِ الْكَهْرَبِىِّ الْمَارِّ فِى مِلَفَّاتِ الْمُسْتَقْبِلِ ، فَيَنْطَلِقُ إِنْذَارٌ .

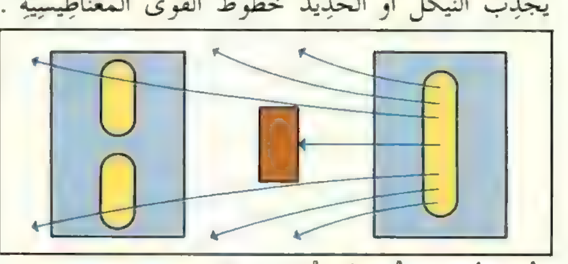


رَدًّا فِعْلَيْنِ مَغْنَاطِيسِيَّيْنِ

الْمَعَادِنُ سَهْلَةُ التَّمَغْنُطِ مِثْلُ النِّيكِلِ وَالْحَدِيدِ وَغَيْرِهَا تُقَوِّى الْمَجَالَ الْمَغْنَاطِيسِىَّ (تحت) بَيْنَمَا لَا تَفْعَلُ ذَلِكَ (أسفل) الْمَعَادِنُ الْأَقَلُّ تَمَغْنُطًا مِثْلُ النُّحَاسِ وَالْأَلُومُونْيُومِ وَغَيْرِهَا .



يَجْذِبُ النِّيكِلُ أَوِ الْحَدِيدُ خُطُوطَ الْقُوَى الْمَغْنَاطِيسِيَّةِ .



يَطْرُدُ النُّحَاسُ الْمَجَالَ الْمَغْنَاطِيسِىَّ .

مَرْكَزُ التَّفْتِيشِ الْأَمْنِيُّ

تَسْتَعِينُ الْمطَارَاتُ وَالْأَبْنِيَةُ الْإدارِيَّةُ بِبَوَّابَاتٍ مِثْلِ هَذِهِ لِاكْتِشَافِ الْمُسَدَّسَاتِ وَالْأَسْلِحَةِ الْأُخْرَى الْمُخَبَّأَةِ . فَتَمْسَحُ مَجْمُوعَةٌ مِن الْملَفَّاتِ جِسْمَ الشَّخْصِ وَتُطْلِقُ إِنْذَارًا فِى حَالَةِ وُجودِ كَمِّيَّةٍ غَيْرِ طَبِيعِيَّةٍ مِن الْمعَادِنِ ، وَالَّتِى قَدْ تُنْبِئُ عَنْ وُجودِ أَسْلِحَةٍ .

مِلَفُّ الْمُسْتَقْبِل

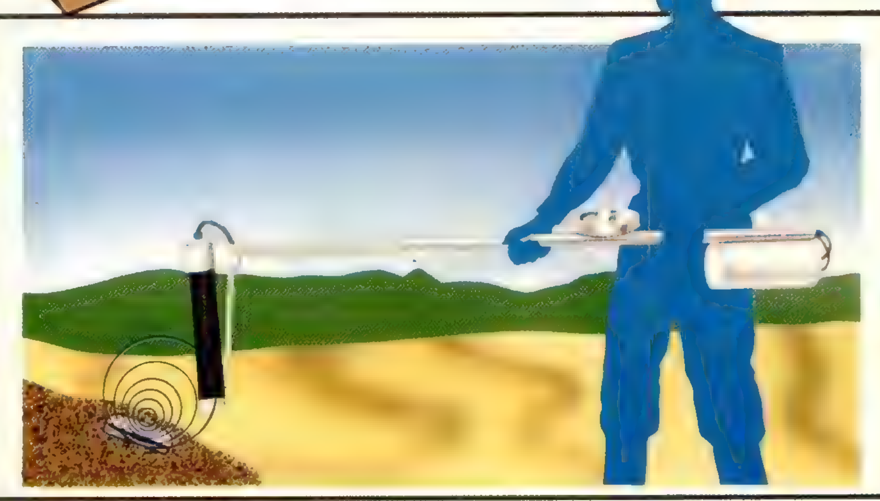
مِلَفُّ

مِصْبَاحُ الْكَاشِفِ

خُطوطُ قُوَى مَغْنَاطِيسيَّةٍ

كَشْفُ الفِلزَّاتِ المغْنَاطِيسيَّة

تَتمغْنطُ الفِلزَّاتُ المغْناطِيسيَّةُ بِسُهُولَةٍ عِنْدَ تَعَرُّضِهَا لِمجَالٍ مَغْنَاطِيسِيٍّ ، وَمِنْهَا النِّيكَلُ وَالْحَدِيدُ وَالْكُوبَلْت . وَيَكْشِفُ الْكَاشِفُ الْخَاصُّ لِلْمعَادِنِ (يمين) عَن الْمعَادِنِ الْمدْفُونَةِ مِنْ هَذَا النَّوْعِ . وَالْمجَالاَنِ الْمغْنَاطِيسِيَّانِ فِى مِلَفَّى الْكَاشِفِ يُلْغِى كُلٌّ مِنْهُمَا الْآخَرَ إِلَى أَنْ يَتَعَرَّضَا لِجِسْمٍ مَعْدِنِيٍّ . فَيَنْتُجُ عَن الْمجَالِ الْمغْنَاطِيسِيِّ بِالتَّأْثِيرِ فِى الْجِسْمِ الْمَعْدِنِيِّ ــ تَيَّارٌ كَهْرَبِيٌّ ضَعِيفٌ يَمُرُّ مِن الْمُسْتَقْبِلِ إِلَى الدَّائِرَةِ الْكَهْرَبِيَّةِ لِلْكَاشِفِ .



مَا هِىَ مِضَخَّةُ التَّفْرِيغِ ؟

مِضَخَّةٌ جُزَيْئِيَّةٌ تُورْبِينِيَّةٌ

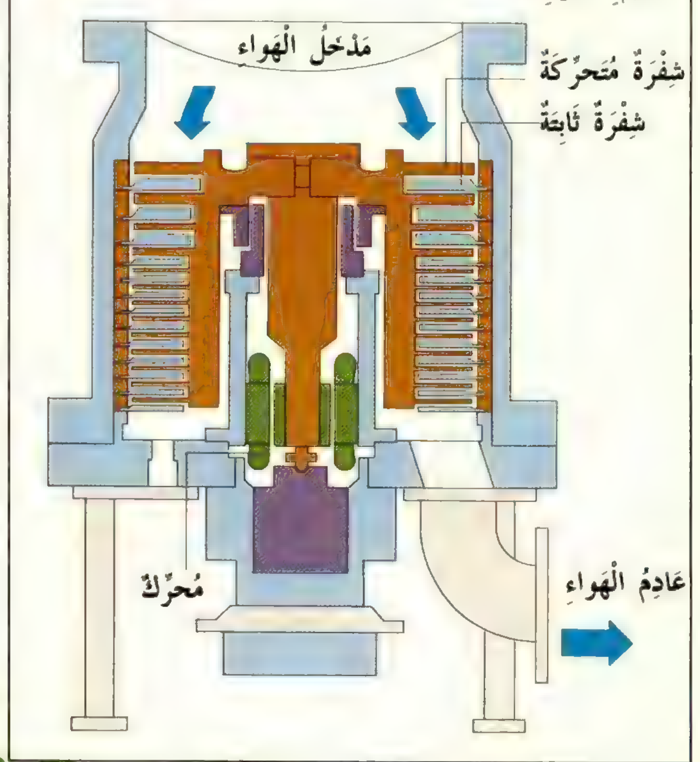
تَحْتَاجُ الْعُلُومُ وَالتِّقْنِيَاتُ الْحَدِيثَةُ إِلَى الْفَرَاغِ لِأَنَّهُ أَسَاسِىٌّ لِلْأَدَاءِ الصَّحِيحِ لِبَعْضِ الْمُعَدَّاتِ وَفِى بَعْضِ التَّجَارِبِ . وَلِإِحْدَاثِ فَرَاغٍ ، يَسْحَبُ الْفَنِّيُّونَ كُلَّ الْمَادَّةِ الْمَوْجُودَةِ دَاخِلَ أَىِّ حَيِّزٍ مُغْلَقٍ مِثْلِ صِمَامٍ أَوْ حُجْرَةٍ . وَتُعْتَبَرُ مِضَخَّاتُ التَّفْرِيغِ أَدَوَاتٍ بَارِعَةً لِتَفْرِيغِ الْغَازَاتِ ــ عَادَةً الْهَوَاءَ ــ بِطُرُقٍ آلِيَّةٍ أَوْ كِيمَاوِيَّةٍ . وَفِى مِضَخَّاتِ التَّفْرِيغِ الَّتِى تَعْمَلُ بِالزَّيْتِ ، تُضْغَطُ الْغَازَاتُ بِوَاسِطَةِ جُزْءٍ دَوَّارٍ ثُمَّ تُطْرَدُ خِلَالَ صِمَامِ الْعَادِمِ . أَمَّا الْمِضَخَّاتُ الَّتِى تَعْمَلُ بِنَشْرِ الْبُخَارِ ، فَتُؤَدِّى نَفْسَ الْعَمَلِ دُونَ اسْتِخْدَامِ أَجْزَاءٍ مُتَحَرِّكَةٍ . فَفِيهَا تَدْفَعُ نَفَثَاتُ بُخَارِ السَّوَائِلِ ذَرَّاتِ وَجُزَيْئَاتِ الْغَازِ إِلَى تَجْوِيفٍ حَاجِزٍ لِلْغَازَاتِ ، فَيَقِلُّ ضَغْطُ الْغَازِ .

وَيُقَاسُ التَّفْرِيغُ عَادَةً بِوَحْدَةِ التور ، وَهِىَ وَحْدَةٌ تُمَثِّلُ الضَّغْطَ عَلَى عَمُودٍ مِنَ الزِّئْبَقِ . وَيَصِلُ التَّفْرِيغُ الْمُنْخَفِضُ إِلَى حَوَالَى ٢٥ تورًا ، بَيْنَمَا يَصِلُ التَّفْرِيغُ الْعَالِى الَّذِى تُحْدِثُهُ مِضَخَّاتُ الِانْتِشَارِ بَيْنَ ٠,٠٠١ إلى ٠,٠٠٠٠٠١ تور . وَلِلْحُصُولِ عَلَى تَفْرِيغٍ أَعْلَى مِنْ ذَلِكَ تُسْتَعْمَلُ مِضَخَّاتٌ خَاصَّةٌ تَسْتَخْدِمُ الْإِلِكْتُرُونَاتِ لِطَرْدِ جُزَيْئَاتِ الْغَازِ . وَفِى الْمَعَامِلِ ، تَمَكَّنَ الْعُلَمَاءُ مِنَ الْحُصُولِ عَلَى تَفْرِيغٍ يَصِلُ إِلَى جُزْءٍ مِنْ بِلْيُونِ تور .

(التور = ١/٧٦٠ من الضَّغط الجوىّ عند سطح البحر = ١ مم زئبق تقريبا)

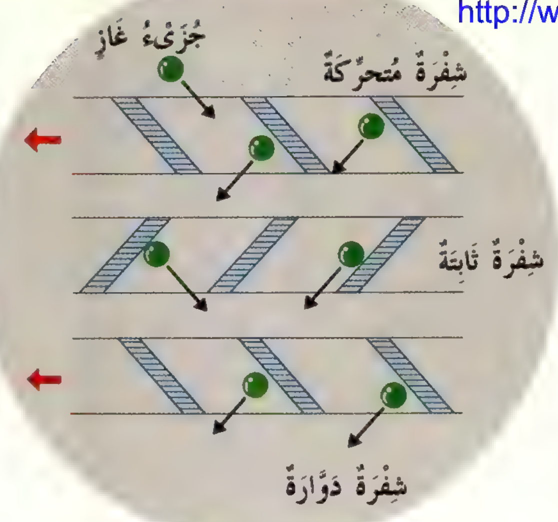
آلَةٌ تُحْدِثُ تَفْرِيغًا

يُدِيرُ مُحَرِّكٌ قَوِىٌّ شَفَرَاتٍ مُتَشَابِكَةً دَاخِلَ غِلَافِ الْمِضَخَّةِ الْجُزَيْئِيَّةِ التُّورْبِينِيَّةِ (أسفل) الَّتِى تُحْدِثُ تَفْرِيغًا عَالِيًا . وَتُوَجَّهُ جُزَيْئَاتُ الْغَازِ نَحْوَ الْحَوَائِطِ وَتُدْفَعُ لِأَسْفَلَ حَيْثُ تَخْرُجُ خِلَالَ عَادِمِ الْهَوَاءِ .



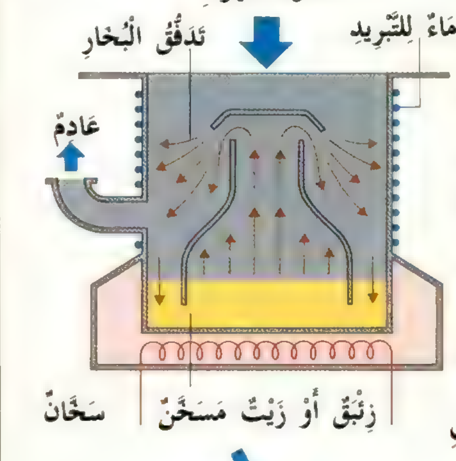
لُعْبَةُ الْكُرَةِ وَالدَّبَابِيسِ الْجُزَيْئِيَّةِ

يُوجَدُ دَاخِلَ الْمِضَخَّةِ الْجُزَيْئِيَّةِ التُّورْبِينِيَّةِ مَجْمُوعَةٌ مِن الشَّفَرَاتِ بَعْضُهَا ثَابِتٌ وَالْبَعْضُ يَدُورُ عَلَى عَمُودٍ مَرْكَزِيٍّ ، وَكُلُّهَا تُوَجِّهُ الْجُزَيْئَاتِ دَاخِلَ الْمِضَخَّةِ . وبِسَبَبِ مَيْلِ الشَّفَرَاتِ فَلا يُمْكِنُ لِلْجُزَيْئَاتِ إِلَّا الاتِّجَاهُ إِلَى أَسْفَلَ نَحوَ بَوَّابَةِ الْعَادِمِ .



مِضَخَّةُ الانْتِشَارِ

السَّخَّانُ الْمَوْجُودُ تَحتَ الْمِضَخَّةِ ـ يُبَخِّرُ الزَّيْتَ أَو الزِّئْبَقَ الَّذِي يَصْعَدُ وَيُرَشُّ خِلالَ مَنَافِثَ ضَيِّقَةٍ عَلَى جُدْرَانِ التَّجْوِيفِ . وَتَدْفَعُ عَمَلِيَّةُ الرَّشِّ الْجُزَيْئَاتِ وَالذَّرَّاتِ لِلْخُرُوجِ مِنْ فُتْحَةِ صِمَامِ الْعَادِمِ . وَالْبُخَارُ الَّذِي يَتَكَثَّفُ بَعْدَ اصْطِدَامِهِ بِالْجُدْرَانِ الْمبَرَّدَةِ بِالْمَاءِ يَعُودُ إِلَى الْغَلَّايَةِ لِيُعَادَ تَسْخِينُهُ ويُعِيدَ دَوْرَتَهُ .



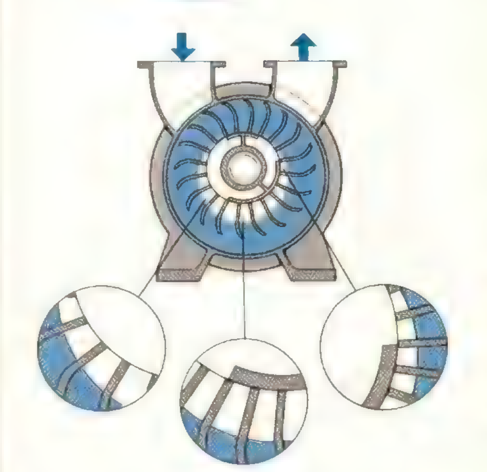
اَلْمِضَخَّةُ الدَّوَّارَةُ الْمَانِعَةُ لِتَسَرُّبِ الزَّيْتِ

تُخْرِجُ الْمِضَخَّةُ الْهَوَاءَ مِنْ تَجْوِيفٍ مُحْكَمِ الإغْلاقِ وَتَطْرُدُهُ بِمَكْبَسٍ مُتَحَرِّكٍ . فَيَدْخُلُ إِلَيْهَا الْغَازُ تَحْتَ ضَغْطٍ عَالٍ وَيُدْفَعُ أَمَامَ الْمَكْبَسِ . وَعِنْدَمَا يَصِلُ الْمَكْبَسُ فِي نِهَايَةِ دَوْرَتِهِ إِلَى قَاعِ التَّجْوِيفِ تَسْقُطُ شِفْرَةٌ مُنْزَلِقَةٌ مُتَّصِلَةٌ بِهِ لِتَقْسِمَ التَّجْوِيفَ إِلَى جُزْأَيْنِ ، فَتَحْجِزُ حَرَكَةَ الْغَازِ لِلأَمَامِ . وَالشَّوْطُ النِّهَائِيُّ لِلْمَكْبَسِ يَدْفَعُ الْغَازَ الْمَحْجُوزَ إِلَى الْخَارِجِ خِلالَ صِمَامِ الْعَادِمِ .



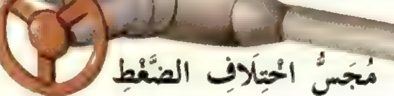
اَلْمِضَخَّةُ الْمَانِعَةُ لِتَسَرُّبِ الْمَاءِ

فِيهَا تَدْفَعُ الشَّفَرَاتُ الدَّوَّارَةُ الْمَاءَ نَحوَ جِدَارِ التَّجْوِيفِ . وَالْغَازَاتُ الدَّاخِلَةُ مِن الْمَدْخَلِ وَيَحْجِزُهَا الدَّوَّارُ يَتِمُّ ضَغْطُهَا فِي وَسَطِ الْمِضَخَّةِ ثُمَّ تُطْرَدُ مِنْ فُتْحَةِ الْخُرُوجِ . وَتُسْتَخْدَمُ هَذِهِ الْمِضَخَّاتُ لِلْحُصُولِ عَلَى تَفْرِيغٍ مُنْخَفِضٍ ، وَهِي سَهْلَةُ التَّشْغِيلِ وَالصِّيَانَةِ .



كَيْفَ يُقَاسُ تَدَفُّقُ الْمَوَائِعِ ؟

يَحْتَاجُ الْفَنِّيُّونَ فِى كَثِيرٍ مِن الْعَمَلِيَّاتِ الصِّنَاعِيَّةِ إِلَى مُرَاقَبَةِ مُعَدَّلِ تَدَفُّقِ السَّوَائِلِ وَالْغَازَاتِ وَالْأَبْخِرَةِ مِنْ مُخْتَلَفِ الْأَنْوَاعِ دَاخِلَ الْأَنَابِيبِ أَو الْآلَاتِ . وَكَذَلِكَ تَحْتَاجُ شَرِكَاتُ الْماءِ وَالْغَازِ الطَّبِيعِىِّ إِلَى الِاحْتِفَاظِ بِسِجِلٍّ بِالْكَمِّيَّاتِ الَّتِى يَسْتَعْمِلُهَا الْمُسْتَهْلِكُونَ . وَيُوجَدُ عَدِيدٌ مِن الْأَجْهِزَةِ لِقِيَاسِ تَدَفُّقِ الْمَوَائِعِ إِمَّا عَنْ طَرِيقِ حَجْمِهَا أَوْ سُرْعَتِهَا . وَتَعْمَلُ بَعْضُ هَذِهِ الْأَجْهِزَةِ لِإِعَاقَةِ التَّدَفُّقِ الطَّبِيعِىِّ لِلْمَائِعِ ثُمَّ قِيَاسِ التَّغَيُّرِ الْحَادِثِ فِى ضَغْطِهِ عِنْدَمَا يَتَحَرَّكُ الْمَائِعُ حَوْلَ الْحَاجِزِ . وَتَسْتَخْدِمُ أَجْهِزَةٌ أُخْرَى شِفْرَاتٍ دَوَّارَةً يَتَوَقَّفُ مُعَدَّلُ دَوَرَانِهَا عَلَى شِدَّةِ تَدَفُّقِ الْمَائِعِ . وَمَازَالَتْ أَجْهِزَةٌ أُخْرَى تَقِيسُ الْمُوَصِّلِيَّةَ الْكَهْرَبِيَّةَ لِلْمَائِعِ أَوْ تَقْذِفُهُ بِمَوْجَاتٍ فَوْقَ صَوْتِيَّةٍ لِتَحصُلَ عَلَى قِرَاءَاتٍ تُبَيِّنُ الْحَجْمَ الْمَارَّ فِى فَتْرَةٍ زَمَنِيَّةٍ مُعَيَّنَةٍ .



مُجَسُّ اخْتِلَافِ الضَّغْطِ

يُتَرْجِمُ الْمُجَسُّ (يمين وأسفل) اخْتِلَافَ الضَّغْطِ بَيْنَ التَّيَّارَاتِ الْمُتَدَفِّقَةِ مِن السَّائِلِ إِلَى إِشَارَةٍ كَهْرَبِيَّةٍ تُسَجَّلُ عَلَى مِقْيَاسٍ . وَتُحْدِثُ الْأَغْشِيَةُ الْمُهتَزَّةُ تَغَيُّرًا فِى قُدْرَةِ أَلْوَاحِ الْمُكَثِّفِ عَلَى الِاحْتِفَاظِ بِالشِّحْنَةِ ، وَتُنْتِجُ تَيَّارًا كَهْرَبِيًّا يَتَنَاسَبُ مَعَ تَدَفُّقِ السَّائِلِ .

جِهَازُ قِيَاسِ اخْتِلَافِ التَّدَفُّقِ

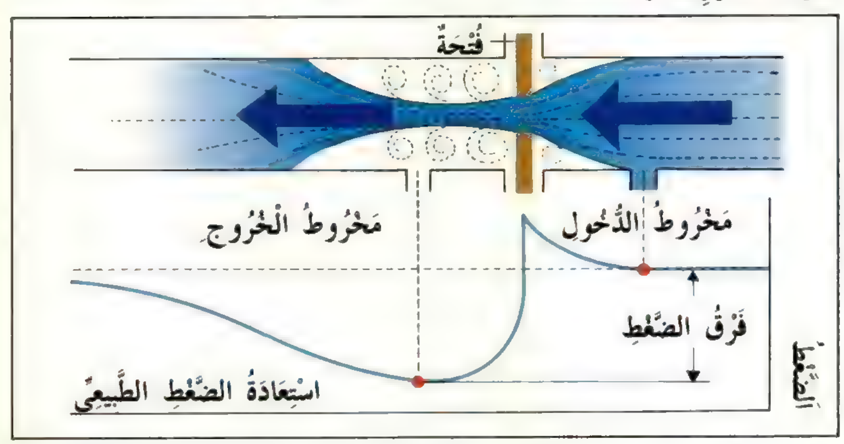
اَللَّوْحُ الْمَثْقُوبُ (أسفل يمين) دَاخِلَ مَاسُورَةِ الْمِيَاهِ يَحِدُّ مِنْ تَدَفُّقِ الْمَاءِ ، وَبِالتَّالِي تَزْدَادُ سُرْعَتُهُ بَعْدَ مُرُورِهِ مِن الْفَتْحَةِ . وَيَتِمُّ الْكَشْفُ عَن الْفَرْقِ بَيْنَ السُّرْعَتَيْنِ بِوَاسِطَةِ مُجَسِّ اخْتِلَافِ الضَّغْطِ .

الْفَتْحَةُ

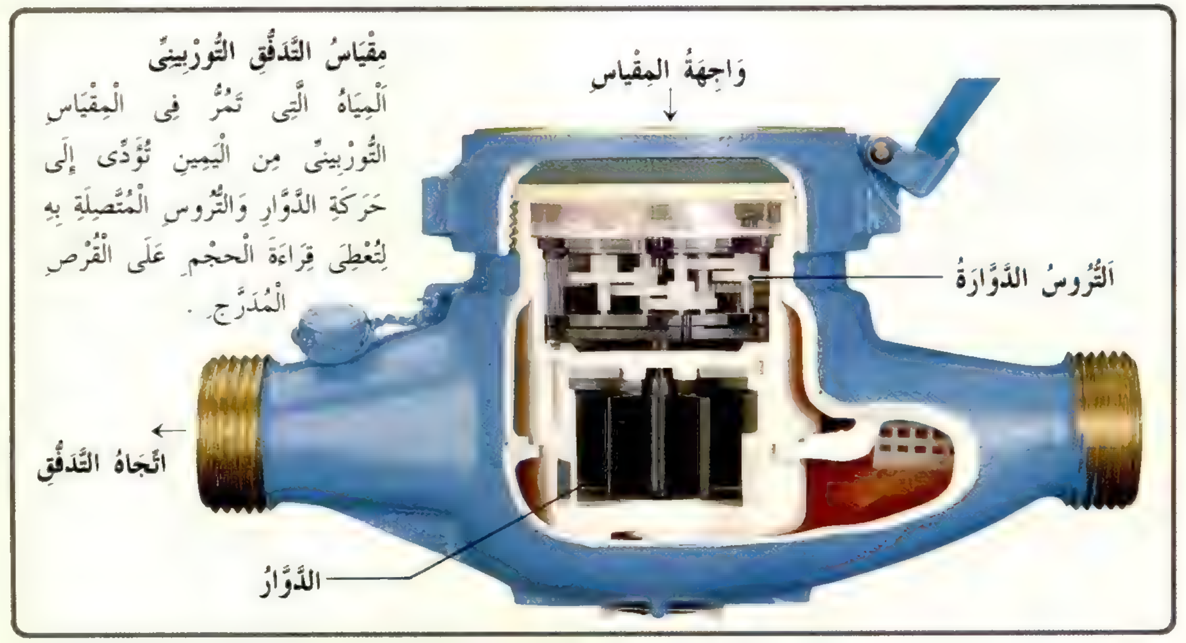
قِيَاسُ مَوَائِعَ أُخْرَى

يَحْتَاجُ قِيَاسُ مُعَدَّلِ تَدَفُّقِ الْمَوَائِعِ الْأَكْثَفِ مِن الْمَاءِ — مِثْلِ الزَّيْتِ — إِلَى أَجْهِزَةِ قِيَاسٍ مُخْتَلِفَةٍ عَنْ هَذَا الْجِهَازِ (يمين) . وَتُسْتَخْدَمُ لِذَلِكَ الْأَنَابِيبُ الْفَنْتُورِيَّةُ الْمُشَابِهَةُ لِلسَّاعَةِ الرَّمْلِيَّةِ ، وَفُتْحَاتُ التَّدَفُّقِ الْبَارِزَةُ ، وَالْأَلْوَاحُ الْمَثْقُوبَةُ بِأَشْكَالٍ مُتَنَوِّعَةٍ وَفِي مَوَاضِعَ مُخْتَلِفَةٍ (أسفل) .

أُنْبُوبٌ فَنْتُورِيٌّ وَالضَّغْطُ



يَقِلُّ ضَغْطُ الْمَائِعِ عِنْدَمَا يَدْخُلُ أُنْبُوبًا فَنْتُورِيًّا (فوق) ، وَقَدْ وَصَفَ هَذَا التَّأْثِيرَ الرِّيَاضِيُّ دَانْيِيل بِرْنُولِي عَامَ ١٧٣٨ . وَبِمَعْرِفَةِ هَذَا الِانْخِفَاضِ فِي الضَّغْطِ ، يَسْتَطِيعُ الْفَنِّيُّونَ حِسَابَ مُعَدَّلِ التَّدَفُّقِ بِاسْتِخْدَامِ مُعَادَلَةٍ وَضَعَهَا بِرْنُولِي .



مِقْيَاسُ التَّدَفُّقِ التُّورْبِينِيِّ

اَلْمِيَاهُ الَّتِي تَمُرُّ فِي الْمِقْيَاسِ التُّورْبِينِيِّ مِن الْيَمِينِ تُؤَدِّي إِلَى حَرَكَةِ الدَّوَّارِ وَالتُّرُوسِ الْمُتَّصِلَةِ بِهِ لِتُعْطِيَ قِرَاءَةَ الْحَجْمِ عَلَى الْقُرْصِ الْمُدَرَّجِ .

كَيْفَ تُصْنَعُ أَجْهِزَةُ الْقِيَاسِ الدَّقِيقَةُ ؟



نَحْتَاجُ فِي حَيَاتِنَا الْيَوْمِيَّةِ إِلَى مِسْطَرَةٍ عَادِيَّةٍ لِقِيَاسِ أَطْوَالِ الْأَشْيَاءِ . أَمَّا فِي الْمَعَامِلِ وَالْمَصَانِعِ فَيَلْزَمُ مَعْرِفَةُ حَجْمِ الْأَشْيَاءِ بِدِقَّةٍ شَدِيدَةٍ أَوْ أَبْعَادِ أَسْلَاكٍ رَفِيعَةٍ جِدًّا أَوْ أَلْوَاحٍ وَأَجْسَامٍ صُلْبَةٍ رَقِيقَةٍ جِدًّا . وَلِذَلِكَ تُسْتَخْدَمُ لِهَذِهِ الْأَغْرَاضِ أَدَوَاتٌ تُسَمَّى الْمِيكْرُومِتْرَاتِ والقَدَماتِ ذاتِ الوَرْنِيَّةِ (أو القَدَماتِ الْمُنْزَلِقَةِ) .

وَتَسْتَخْدِمُ الْمِيكْرُومِتْرَاتِ تَدْرِيجَيْنِ يَتَكَوَّنَانِ مِنْ تَدَارِيجَ عَلَى مِحْوَرِ دَوَرَانٍ وَكُسْتُبَانٍ يُمَكِّنَانِ مِنَ الْقِيَاسِ حَتَّى جُزْءٍ مِنْ أَلْفٍ مِنَ السَّنْتِيمتر ، وَيَتَوَقَّفُ ذَلِكَ عَلَى دَرَجَةِ قَلْوَظَةِ سِنِّ اللَّوْلَبِ عَلَى مِحْوَرِ الدَّوَرَانِ ، وَعَلَى عَدَدِ الْأَقْسَامِ الْمَوْجُودَةِ عَلَى تَدْرِيجِ الْكُسْتُبَانِ . وَتَعْمَلُ الْقَدَمَةُ ذَاتُ الوَرْنِيَّةِ بِنَظَرِيَّةٍ مُمَاثِلَةٍ وَلَكِنَّهَا تَسْتَخْدِمُ زَوْجًا مِنَ التَّدَارِيجِ الْخَطِّيَّةِ بِطَرِيقَةٍ تَسْمَحُ بِانْزِلَاقِ أَحَدِهِمَا عَلَى الْآخَرِ . وَتَكُونُ الْأَقْسَامُ عَلَى التَّدْرِيجِ الْمُسَاعِدِ أَوِ الوَرْنِيَّةِ عَادَةً ٠,٩ مَرَّةَ مِثْلَ الْأَقْسَامِ عَلَى التَّدْرِيجِ الرَّئِيسِيِّ . وَتُؤْخَذُ الْقِرَاءَاتُ بِضَبْطِ تَدْرِيجِ الصِّفْرِ عَلَى الوَرْنِيَّةِ إِلَى القِيَاسِ الْمُلَاحَظِ لِلْعَيِّنَةِ . وَيُمْكِنُ زِيَادَةُ الدِّقَّةِ بِإِضَافَةِ عَلَامَةٍ عُشْرِيَّةٍ أُخْرَى بِتَسْجِيلِ التَّدَارِيجِ الَّتِي عِنْدَهَا يُصْبِحُ التَّدْرِيجَانِ عَلَى اسْتِقَامَةٍ وَاحِدَةٍ مَرَّةً أُخْرَى ثُمَّ قِرَاءَةُ الْعَدَدِ عَلَى تَدْرِيجِ الوَرْنِيَّةِ ، وَلِهَاتَيْنِ الْأَدَاتَيْنِ فَضْلٌ كَبِيرٌ فِي تَصْنِيعِ أَجْزَاءِ الْآلَاتِ وَالْأَلْوَاحِ الْمُتَنَوِّعَةِ السُّمْكِ ، وَفِي الْعَدِيدِ مِنَ الْمَشْرُوعَاتِ الْعِلْمِيَّةِ وَالْهَنْدَسِيَّةِ .

يُمْسِكُ الْمِيكْرُومِتر الْعَيِّنَةَ بَيْنَ سِنْدانٍ وَمِحْوَرِ دَوَرَانٍ مُرَكَّب عَلَى إِطَارٍ ثَابِتٍ عَلَى شَكْلِ U. وَيَدْخُلُ مِحْوَرُ الدَّوَرَانِ فِي صَامُولَةٍ ذَاتِ قَلْوَظَةٍ مُمَاثِلَةٍ دَاخِلَ الكُسْتُبَانِ عَلَى دَرَجَةٍ عَالِيَةٍ مِن الدِّقَّةِ . وَتُسَجِّلُ الْحَرَكَةُ عَلَى تَدْرِيجَيْنِ ، أَحَدُهُمَا عَلَى مِحْوَرِ الدَّوَرانِ ، وَالْآخَرُ عَلَى الكُسْتُبَانِ . وَيُوجَد لُسَيْنٌ عِنْدَ الطَّرَفِ الْبَعِيدِ يُوقِفُ مِحْوَرَ الدَّوَرَانِ عِندمَا يَصِلُ ضَغْطُهُ إِلَى مُسْتَوَى مُعَيَّنٍ لِيُبَيِّنَ الْقِيَاسَ الْمَضْبُوطَ .

أُسُسُ دِقَّةِ مِقْيَاسٍ

عَيِّنَةٌ
سِنْدَانٌ
مِحْوَرُ دَوَرَانٍ
قَلَاوُظ
خُطْوَةٌ وَاحِدَةٌ لِعَمُودِ الدَّوَرَانِ
خُطْوَةُ قَلْوَظَةٍ وَاحِدَةٌ
خُطْوَةٌ واحِدَةٌ
اَلطُّولُ الْكُلِّيُّ لِجَمِيعِ الْقَلْوَظَاتِ

يَتَقَدَّمُ قَلَاوُظ الْمِيكْرومِتر بِمِقْدَارِ خُطْوَةٍ وَاحِدَةٍ عِنْدَمَا يَدُورُ مِحْوَرُ الدَّوَرَانِ دَوْرَةً كَامِلَةً .

اَلضَّغْطُ الْمَضْبُوطُ

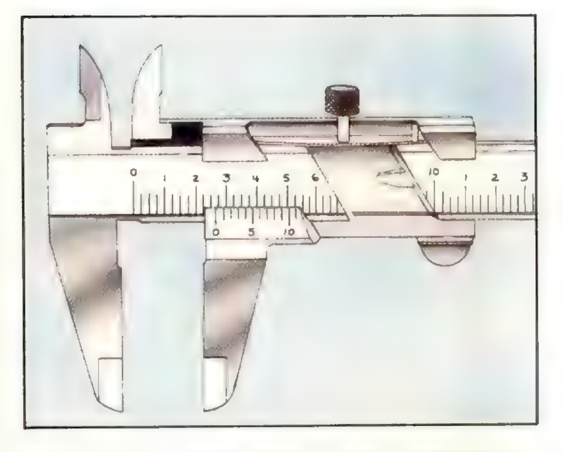
يَتِمُّ مَسْكُ الْعَيِّنَةِ بَيْنَ السندان وَمِحْوَرِ الدَّوَرَانِ تَحْتَ ضَغْطٍ بَسِيطٍ . وَهَذَا يُعْطِى قِرَاءَةً دَقِيقَةً لِسُمْكِ الْعَيِّنَةِ .

اَلتَّدَارِيجُ عَلَى مِحْوَرِ الدَّوَرَانِ وَالْكُسْتُبَان

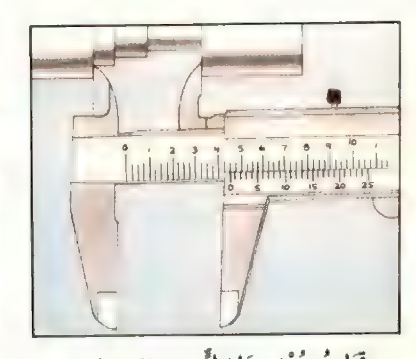
يَظْهَرُ أَعْلَى التَّدَارِيجِ الْمَحْفُورَةِ بِدِقَّةٍ عَلَى كُلٍّ مِن الْمِحْوَرِ وَالْكُسْتُبَانِ (مكبرة) . وَالتَّدَارِيجُ عَلَى الْمِحْوَرِ تُبَيِّنُ قَلْوَظَةَ اللَّوْلَبِ . أَمَّا التَّدَارِيجُ عَلَى الْكُسْتُبَانِ (الدائرى) فَتُبَيِّنُ حَرَكَةَ الْقَلَاوُظِ لِمَسَافَاتٍ أَصْغَرَ . وَتُؤْخَذُ الْقِرَاءَاتُ بِجَمْعِ الْقِرَاءَتَيْنِ مَعًا . (فِي هَذِهِ الْحَالَةِ الْقِرَاءَةُ ٥,٤١ مرَّةً مِثْلَ عَرْضِ الْقَلَاوُظِ)

الْقَدَمَةُ ذَاتُ الْوَرَنِيَّةِ

يَنْزَلِقُ فَكُّ وَرَنِيَّةِ الْقَدَمَةِ الْمُنْزَلِقَةِ عَلَى تَدْرِيجٍ دَقِيقٍ (أسفل يسار) . وَيُمْكِنُ أَنْ تَقِيسَ الْقَدَمَةُ عَرْضَ الْأَجْسَامِ (وسط) أَوِ الْأَبْعَادَ الدَّاخِلِيَّةَ (أسفل يمين) . وَيَتِمُّ الْحُصُولُ عَلَى الْقِيَاسِ بِجَمْعِ قِرَاءَتَيْ تَدْرِيجَيْنِ : الرَّئِيسِيُّ عَلَى جِسْمِ الْقَدَمَةِ ، وَالْمُسَاعِدُ عَلَى الْوَرَنِيَّةِ .



قِيَاسُ بُعْدٍ خَارِجِيٍّ (٣,٤٤)



قِيَاسُ بُعْدٍ دَاخِلِيٍّ (٤,٥٦)

كَيْفَ يُمْكِنُ تَنْقِيَةُ الْهَوَاءِ ؟

تَكُونُ نَوَافِذُ الْمَبَانِي الْحَدِيثَةِ غَالِبًا مُحْكَمَةَ الإِغْلَاقِ لِتُحَسِّنَ كَفَاءَةَ الطَّاقَةِ . وَلِلاحْتِفَاظِ بِالْهَوَاءِ دَاخِلَهَا صَالِحًا لِلتَّنَفُّسِ ، فَإِنَّ أَنْظِمَةَ التَّسْخِينِ وَالتَّبْرِيدِ يَجِبُ أَنْ تُمِدَّهَا بِالْهَوَاءِ النَّقِيِّ . وَبِالإِضَافَةِ لِذَلِكَ فَإِنَّهُ يَجِبُ إِمْرَارُ الْهَوَاءِ خِلَالَ أَنْظِمَةِ تَرْشِيحٍ خَاصَّةٍ لِلتَّخَلُّصِ مِنَ الدُّخَانِ وَدَقَائِقِ الْغُبَارِ ، وَمِنْ حُبُوبِ اللِّقَاحِ وَالْمُتَعَضِّيَاتِ الَّتِي تُسَبِّبُ الْحَسَاسِيَةَ أَوْ تَنْقُلُ الأَمْرَاضَ .

وَعَادَةً ، تَسْتَخْدِمُ هَذِهِ الأَنْظِمَةُ مَجْمُوعَةً مِنَ الْمُرَشِّحَاتِ مُتَدَرِّجَةَ الدِّقَّةِ وَالَّتِي تَحْجِزُ الْمُلَوِّثَاتِ ذَاتَ الْحَجْمِ الصَّغِيرِ جِدًّا . وَتَقُومُ مُعَدَّاتٌ أُخْرَى ، مِنْهَا الْمَرَاوِحُ وَمُزِيلَاتُ الرُّطُوبَةِ بِعَمَلِ نِظَامٍ لِدَوَرَانِ الْهَوَاءِ قَدْ يَتِمُّ تَنْظِيمُهُ فِي بَعْضِ الأَبْنِيَةِ مِنْ حُجْرَةِ تَحَكُّمٍ مَرْكَزِيَّةٍ .

تَنْقِيَةُ الْهَوَاءِ خُطْوَةً بِخُطْوَةٍ

يُسحَبُ الْهَوَاءُ الْملَوَّثُ (إِلَى أعلى) خِلَالَ مَجْمُوعَةٍ مِنَ الْمُرَشِّحَاتِ بِوَاسِطَةِ مِرْوَحَةٍ تَقُومُ بِإِعَادَتِهِ بَعْدَ تَنْقِيَتِهِ .

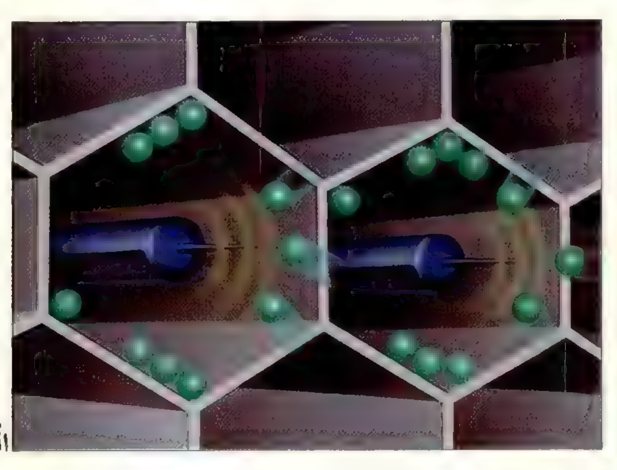
أَقْطَارُ الْقَذَارَةِ وَالْغُبَارِ

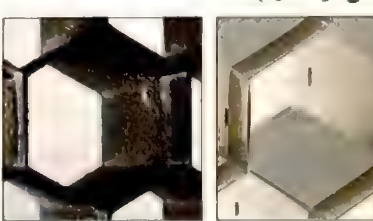
يَتَرَاوَحُ حَجْمُ الْمُلَوِّثَاتِ فِي الْهَوَاءِ مِنْ حَجْمِ أَبْوَاغِ (جراثيم) الْعَفَنِ إِلَى الْفَيْرُوسَاتِ الَّتِي لَا تُرَى إِلَّا بِمِيكْرُوسْكُوبٍ إِلِكْتْرُونِيٍّ . الميكرون = ١٠٠ مِنْ مِلْيُونٍ مِنَ السَّنْتِيمِتْرِ = ٣٩,٤ جزءًا مِنْ مِلْيُونٍ مِنَ الْبُوصَةِ .



مَصْيَدَةٌ كَهْرَبِيَّةٌ

تَكْتَسِبُ الدَّقَائِقُ الدَّاخِلَةُ إِلَى مُرَشِّحٍ إِلِكْتُروستَاتِيكى شِحْنَةً مُوجَبَةً ، وَلِذَلِكَ فَإِنَّهَا تَلْتَصِقُ بِالْجُدْرَانِ السَّالِبَةِ الشِّحْنَةِ (أسفل ويسار) .





الْمُرَشِّحُ قَبْلَ اسْتِخْدَامِهِ الْمُرَشِّحُ بَعْدَ اسْتِعْمَالِهِ

يُزِيلُ الْكَرْبُونُ الْمُنَشَّطُ أَصْغَرَ الدَّقَائِقِ ، خَاصَّةً الَّتِى تُسَبِّبُ الرَّوَائِحَ .

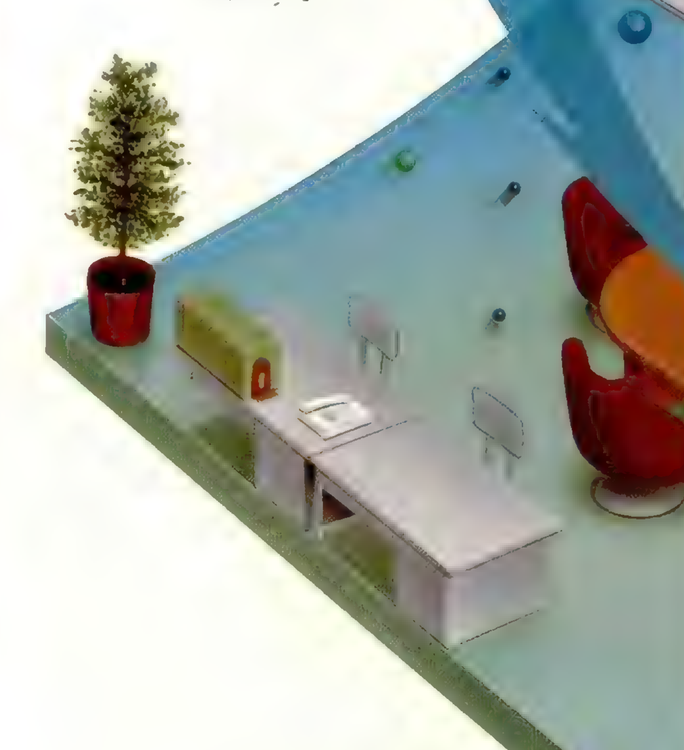
تَنْقِيَةُ مَبْنًى بِأَكْمَلِهِ

يَتَزَوَّدُ الْمَبْنَى بِالْحَرَارَةِ وَالتَّبْرِيدِ وَالتَّحَكُّمِ فِى الرُّطُوبَةِ وَتَرْشِيحِ هَوَائِهِ بِوَاسِطَةِ نِظَامِ تَكْيِيفِ الْهَوَاءِ فِى الطَّابَقِ الْأَرْضِىِّ الَّذِى يُعِيدُ دَوَرَانَ الْهَوَاءِ خِلَالَ مَجْمُوعَةٍ مِن الْأَنَابِيبِ وَفُتْحَاتِ التَّهْوِيَةِ .

يَصْطَادُ الْمُرَشِّحُ الْإِلِكْتُروستَاتِيكى الدَّقَائِقَ الْمَشْحُونَةَ الصَّغِيرَةَ بِوَسَائِلَ كَهْرَبِيَّةٍ .

تُمْسِكُ الدَّقَائِقَ الْكَبِيرَةَ شَبَكَةٌ مِن الْمَعْدِنِ الْمَغْزُولِ وَالْأَلْيَافِ الزُّجَاجِيَّةِ أَو الْبِلَاسْتِك .

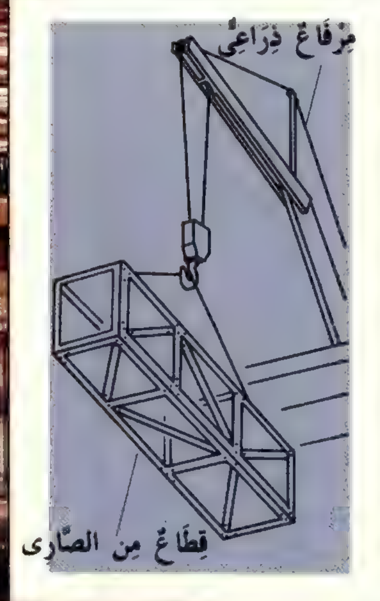




مَا هُوَ الْمِرْفَاعُ ذَاتِىُّ الرَّفْعِ ؟

يَحْتَاجُ تَشْيِيدُ نَاطِحَاتِ السَّحَابِ إِلَى جِيلٍ خَاصٍّ مِنَ الْمِرْفَاعَاتِ يُمْكِنُهُ أَنْ يَرْفَعَ نَفْسَهُ إِلَى أَعْلَى كُلَّمَا أُضِيفَتْ طَوَابِقُ جَدِيدَةٌ . وَيَقُومُ الْمِرْفَاعُ ذَاتِىُّ الرَّفْعِ بِذَلِكَ بِمَدِّ الْهَيْكَلِ الصَّاعِدِ الَّذِى يُعْتَبَرُ نَوْعًا مِنَ الإِسْقَالَاتِ الْهَيدْرُولِيكِيَّةِ . وَبَيْنَما يَرْتَفِعُ الْهَيْكَلُ وَحْدَةً بَعْدَ أُخْرَى ، فَإِنَّ الْمِرْفَاعَ نَفْسَهُ يَرْفَعُ مِنَ الأَرْضِ قِطَاعَاتٍ تُشْبِهُ أَقْفَاصَ الصُّلْبِ الْمُقَوَّاةَ مُسْتَعْمِلًا الْهَيْكَلَ الصَّاعِدَ كَدَلِيلٍ . ثُمَّ تُرْبَطُ الْقِطَاعَاتُ بِالْمَسَامِيرِ إِلَى الْقِمَّةِ الشَّبِيهَةِ بِبُرْجِ الصَّارِى . وَبِمُجَرَّدِ اكْتِمَالِ الطَّابَقِ الْعُلْوِىِّ مِنَ الْمَبْنَى ، فَإِنَّ الْمِرْفَاعَ يُفَكُّ وَيُسْحَبُ إِلَى الأَرْضِ فِى قِطَاعَاتٍ صَغِيرَةٍ فِى عَمَلِيَّةٍ طَوِيلَةٍ تَسْتَغْرِقُ وَقْتًا قَدْ يَبْلُغُ عِدَّةَ أَسَابِيعَ .

فَكُّ الْمِرْفَاعِ



عِنْدَمَا يَتِمُّ الْبِنَاءُ ، يُفَكُّ الْمِرْفَاعُ الصَّاعِدُ قِطْعَةً قِطْعَةً . أَوَّلًا ، يَرْفَعُ مُشَغِّلُ الْمِرْفَاعِ إِلَى السَّقْفِ مِرْفَاعًا أَصْغَرَ يُسَمَّى الْمِرْفَاعَ الذِّرَاعِىَّ . وَبِاسْتِخْدَامِ هَذَا الْمِرْفَاعِ يَفُكُّ الْعُمَّالُ الْقِطَاعَاتِ الْعُلْوِيَّةَ مِنَ الْمِرْفَاعِ الصَّاعِدِ وَيُنْزِلُونَهَا إِلَى الأَرْضِ . وَبِنَفْسِ الطَّرِيقَةِ تَتِمُّ إِزَالَةُ قِطَاعَاتِ الصَّارِى وَإِنْزَالُهَا . وَفِى النِّهَايَةِ يُفَكُّ الْمِرْفَاعُ الذِّرَاعِىُّ نَفْسُهُ وَتُنْقَلُ أَجْزَاؤُهُ إِلَى الأَرْضِ عَلَى مِصْعَدِ التَّشْيِيدِ .



أَجْزَاءُ الْمِرْفَاعِ

يُوجَدُ بِأَعْلَى الْمِصْعَدِ الْهَيْدْرُولِيكِى وَفَوْقَ أَعْلَى قِطَاعَاتِ الصَّارِى مِنَصَّةٌ وَمَقْصُورَةٌ ، وَيَتَّصِلُ بِالْمِنَصَّةِ الْمُتَحَرِّكَةِ الْمِرْفَاعُ الذِّرَاعِيُّ الرَّئِيسِيُّ الَّذِى لَهُ بَكَرَةٌ وَمِرْفَاعٌ عِنْدَ قِمَّتِهِ .

عَمَلِيَّةُ رَفْعٍ

يَكْمُنُ مَصْدَرُ قُوَّةِ الْمِرْفَاعِ الصَّاعِدِ فِى أُسْطُوَانَاتِهِ الْهَيْدْرُولِيكِيَّةِ الْقَوِيَّةِ الَّتِى تَرْفَعُ الْهَيْكَلَ الصَّاعِدَ بِالتَّرْتِيبِ (أسفل) . وَقُوَّةُ أُسْطُوَانَاتِ الْمِرْفَاعِ الذِّرَاعِيِّ الرَّئِيسِيِّ تَدْفَعُ الْمِنَصَّةَ وَالْمَقْصُورَةَ إِلَى أَعْلَى عَلَى طُولِ الصَّارِى الْمُجَزَّإِ ، حَامِلَةً الصَّارِى مَعَهَا .

3 طَفْرَةٌ فِي تَجْهِيزَاتِ الْمَكَاتِبِ



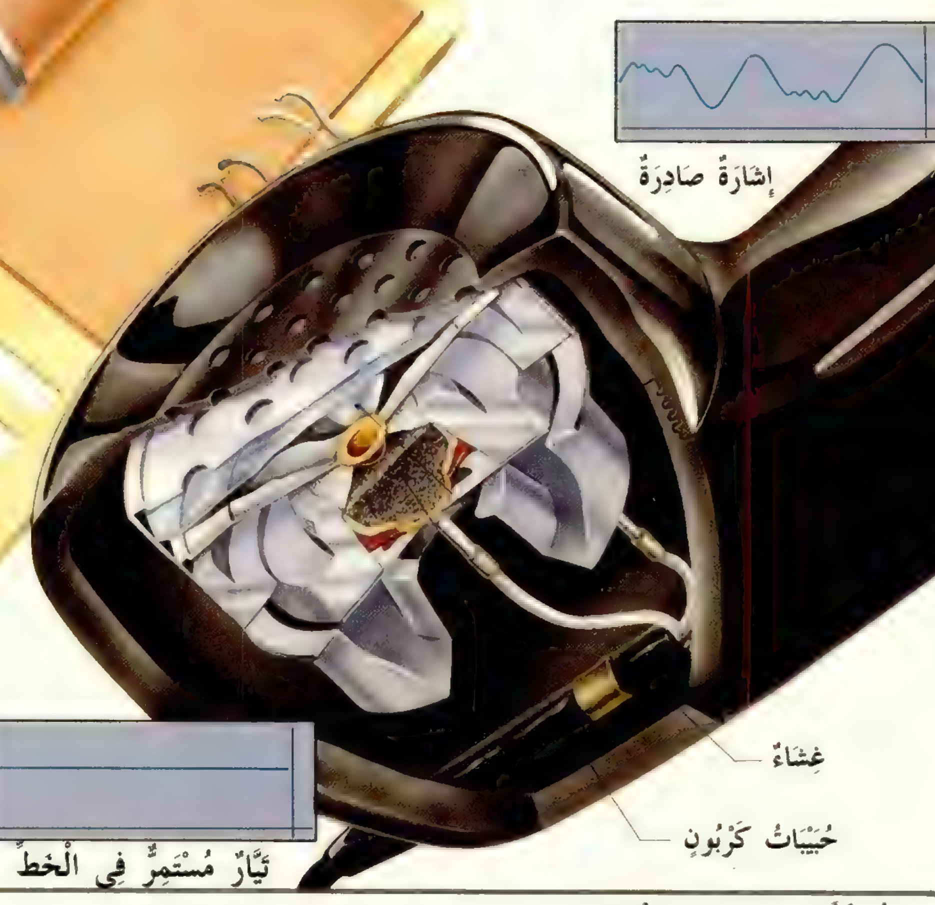
لَمْ تَزِد التَّجْهِيزَاتُ الْمَكْتَبِيَّةُ الثَّابِتَةُ حَتَّى عَام ١٩٦٠ عَن الْآلَاتِ الْكَاتِبَةِ الْكَهْرَبِيَّةِ وَالتِّلِيفُونَاتِ . وَكَانَ قَلِيلٌ مِنْ رِجَالِ الْأَعْمَالِ فَقَطْ هُم الْقَادِرُونَ عَلَى تَزْوِيدِ الْمَكَاتِبِ بِالْحَاسِبَاتِ الْآلِيَّةِ الضَّخْمَةِ الَّتِي كَانَتْ تَشْغَلُ حُجُرَاتٍ كَامِلَةً فِي هَذَا الْوَقْتِ . وَلَكِنَّ ظُهُورَ الشَّذْرَاتِ (الدَّارَاتِ) الدَّقِيقَةِ جِدًّا أَو الدَّوَائِرِ الْمُتَكَامِلَةِ خِلَالَ الثَّلَاثِينَ سَنَةً الْأَخِيرَةَ أَحْدَثَ طَفْرَةً فِي تَجْهِيزَاتِ الْمَكَاتِبِ . وَيَسْتَفِيدُ الْحَاسِبُ الشَّخْصِيُّ وَجِهَازُ الْفَاكْس وَآلَةُ نَسْخِ الْمُسْتَنَدَاتِ بِالْأَلْوَانِ ، مِنْ قُدْرَةِ الدَّارَاتِ الدَّقِيقَةِ غَيْرِ الْمَحْدُودَةِ عَلَى مُعَالَجَةِ الْبَيَانَاتِ . وَقَدْ حَسَّنَت الدَّوَائِرُ الْمُتَكَامِلَةُ كَفَاءَةَ أَجْهِزَةٍ أُخْرَى تُسْتَخْدَمُ مُنْذُ وَقْتٍ طَوِيلٍ فِي الْمَكَاتِبِ مِنْهَا الْمَصَاعِدُ وَآلَاتُ الْبَيْعِ .
وَقَدْ تُؤَدِّي ــ فِي الْمُسْتَقْبَلِ ــ الْحَاسِبَاتُ الْآلِيَّةُ الدَّقِيقَةُ جِدًّا ، إِلَى إِلْغَاءِ إِنْشَاءِ الْمَكَاتِبِ . فَقَدْ يُزَوَّدُ الْعَامِلُونَ بِحَاسِبَاتٍ آلِيَّةٍ فِي حَجْمِ الْمُفَكِّرَةِ الصَّغِيرَةِ يَسْتَخْدِمُونَهَا كَتِلِيفُونٍ وَمُذَكِّرَةٍ وَفَاكْس وَوُصْلَاتِ بَيَانَاتٍ لِأَيِّ حَاسِبٍ آلِيٍّ فِي الْعَالَمِ ، وَنَادِرًا مَا سَيَحْتَاجُونَ إِلَى إِرْسَالِ تَقَارِيرِهِمْ لِمَكْتَبٍ مَرْكَزِيٍّ ، وَلَكِنَّهُمْ سَيُنْجِزُونَ مُعْظَمَ أَعْمَالِهِمْ تَقْرِيبًا فِي مَنَازِلِهِمْ أَوْ عَلَى الطَّرِيقِ . وَيَتَنَاوَلُ هَذَا الْفَصْلُ أَجْهِزَةَ الْمَكَاتِبِ الْحَدِيثَةِ وَكَيْفَ تُسَهِّلُ الْحَيَاةَ فِي أَمَاكِنِ الْعَمَلِ .

هَذِهِ بَعْضُ الْأَجْهِزَةِ الْمَوْجُودَةِ فِي الْمَكْتَبِ الْحَدِيثِ ، وَهِيَ مِنْ أَعْلَى الْيَمِينِ ضِدَّ عَقْرَبِ السَّاعَةِ : السَّلَالِمُ الْمُتَحَرِّكَةُ ، وَبِطَاقَاتُ الدَّائِرَةِ الْمُتَكَامِلَةِ ، وَالتِّلِيفُون ، وَالْمَصَاعِدُ ، وَأَجْهِزَةُ الْفَاكْس ، وَآلَاتُ الْبَيْعِ ، وَآلَةُ نَسْخِ الْمُسْتَنَدَاتِ بِالْأَلْوَانِ ، وَأَجْهِزَةُ الْإِنْذَارِ بِالْحَرِيقِ .



كَيْفَ تَنْقُلُ التِّلِيفُونَاتُ (الْمِسَرَّاتُ) الْأَصْوَاتَ؟

سَجَّلَ أَلِكْسَنْدَر جِرَاهَام بِل عَامَ ١٨٧٦ اخْتِرَاعَ التِّلِيفُون الْمُتَمَيِّزِ بِنِظَامٍ بَسِيطٍ مُكَوَّنٍ مِنْ قَصَبَةٍ مَعْدِنِيَّةٍ وَمِلَفٍّ كَهْرَبِيٍّ وَغِشَاءٍ مُهْتَزٍّ. وَمَازَالَت التِّلِيفُونَاتُ الْحَدِيثَةُ تَسْتَخْدِمُ الْأَغْشِيَةَ لِتُحَوِّلَ الْأَصْوَاتَ إِلَى إِشَارَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ تَنْتَقِلُ عَبْرَ خُطُوطِ التِّلِيفُونَاتِ. أَمَّا الْيَوْمَ فَإِنَّ تَقْنِيَةَ الدَّارَاتِ الإِلِكْتُرُونِيَّةِ الدَّقِيقَةِ تُحَوِّلُ وَتُكَبِّرُ الْإِشَارَاتِ الْوَارِدَةَ إِلَى حَدِيثٍ وَاضِحٍ وَمُحَدَّدٍ. وَلَا تَنْقُلُ التِّلِيفُونَاتُ الْحَدِيثَةُ الْأَصْوَاتَ فَقَطْ بَلْ تَنْقُلُ أَيْضًا الرَّسَائِلَ وَالصُّوَرَ، كَمَا تَصِلُ أَيْضًا بَيْنَ الْحَاسِبَاتِ الْآلِيَّةِ الْمُتَبَاعِدَةِ.

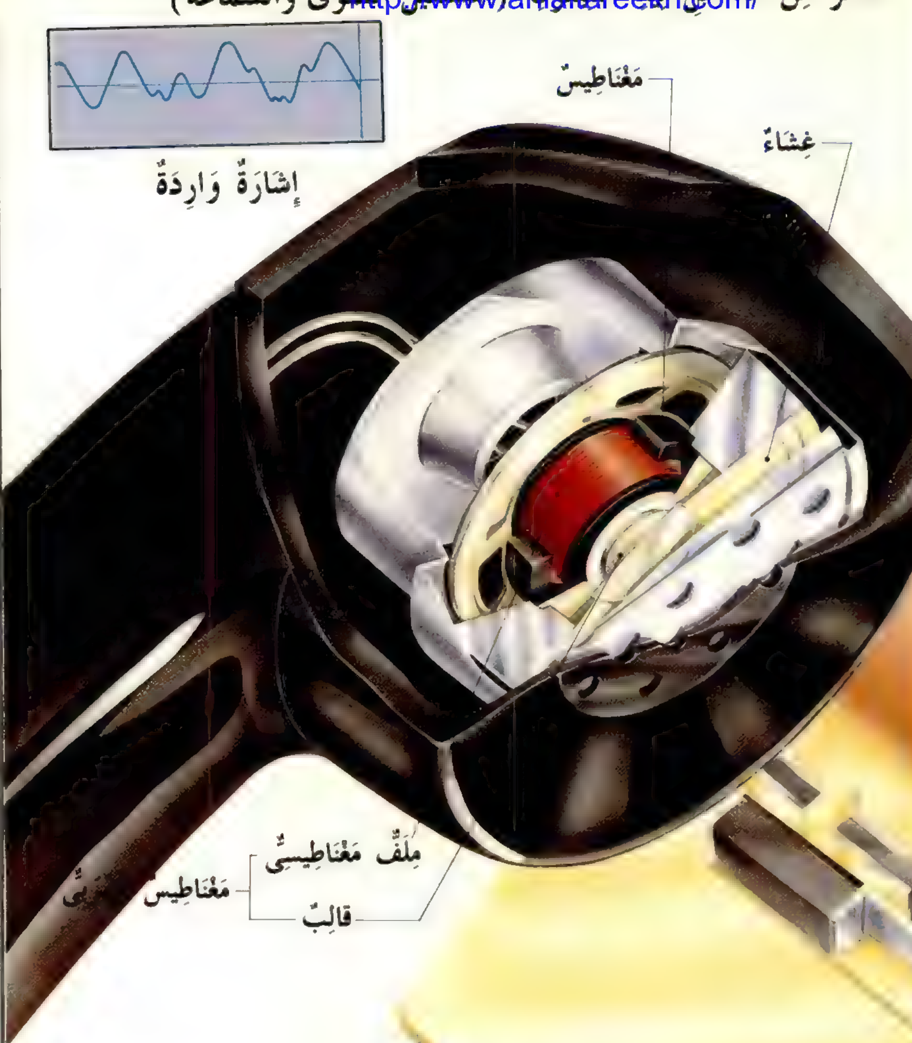


تَنْقِيَةُ الْأَصْوَاتِ خِلَالَ الْكَرْبُونِ

حُبَيْبَاتُ الْكَرْبُونِ الْمَوْجُودَةُ فِي مُسْتَقْبِلٍ صَوْتِيٍّ لِلتِّلِيفُونِ حَسَّاسَةٌ لِلاهْتِزَازَاتِ الْحَادِثَةِ فِي الْغِشَاءِ بِوَاسِطَةِ الصَّوْتِ. وَتَهْتَزُّ هَذِهِ الْحُبَيْبَاتُ شَدِيدَةُ التَّقَارُبِ بِأَدْنَى حَرَكَةٍ لِلْغِشَاءِ فَتَسْمَحُ بِمُرُورِ تَيَّارٍ مُتَغَيِّرٍ يُؤَلِّفُ مَوْجَاتِ الصَّوْتِ الَّتِي تُكَوِّنُ الْكَلَامَ. وَتَقُومُ دَارَةٌ إِلِكْتُرُونِيَّةٌ دَقِيقَةٌ بِتَقْوِيَةِ هَذِهِ الْإِشَارَةِ وَنَقْلِهَا عَبْرَ خُطُوطِ التِّلِيفُونِ.



مَنْظَرٌ مِن الدَّاخِلِ ... (المستقبل الصوتى والسماعة)



دَاخِلَ السَّمَّاعَةِ (قطعة الأذن)

فِي السَّمَّاعَةِ تَتَحَوَّلُ الْإِشَارَاتُ إِلَى أَصْوَاتٍ مَرَّةً أُخْرَى بِوَاسِطَةِ مِلَفٍّ وَغِشَاءٍ . وَيَحْتَفِظُ مَغْنَاطِيسٌ دَائِمٌ بِالْغِشَاءِ مَشْدُودًا إِلَى أَنْ تَصِلَ إِشَارَةٌ وَارِدَةٌ فَتُسَبِّبُ مُرُورَ تَيَّارٍ فِي الْمِلَفِّ فَيَجْذِبُ الْغِشَاءَ . وَانْعِكَاسُ مَسَارِ التَّيَّارِ بِسَبَبِ اضْطِرَابَاتِ الْإِشَارَةِ يُبْعِدُ الْغِشَاءَ . وَهَذَا التَّجَاذُبُ وَالتَّنَافُرُ يَجْعَلُ الْغِشَاءَ يَهْتَزُّ بِنَفْسِ نَمُوذَجِ اهْتِزَازَاتِ صَوْتِ الْإِنْسَانِ .

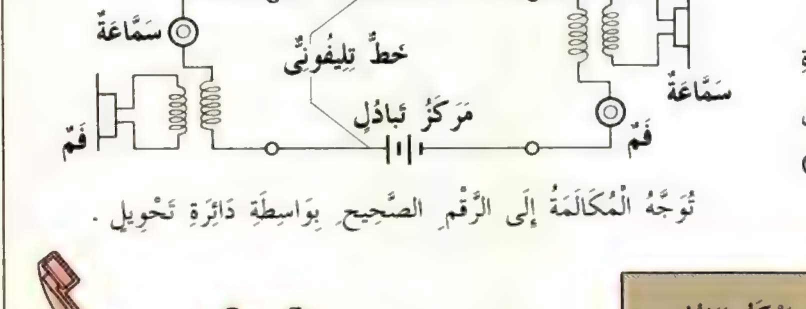




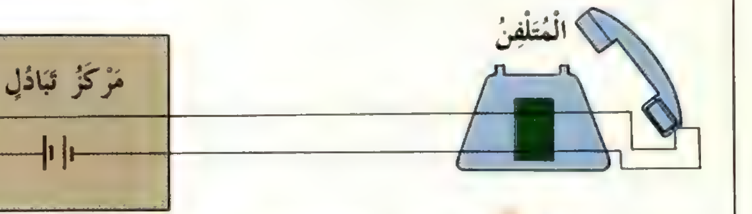
الْمُسْتَقْبِلُ الصَّوْتِيُّ الظَّاهِرُ فِي الْمَنْظَرِ الدَّاخِلِيِّ الْمُقَابِلِ (يمين) يُبَيِّنُ الْأَجْزَاءَ اللَّازِمَةَ لِتَحْوِيلِ الْأَصْوَاتِ إِلَى إِشَارَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ . وَالْأَجْزَاءُ الْمَوْجُودَةُ فِي السَّمَّاعَةِ (أعلى) تَعْكِسُ الْعَمَلِيَّةَ لِتُوَلِّدَ أَصْوَاتًا مُشَابِهَةً لِصَوْتِ الشَّخْصِ عِنْدَ الطَّرَفِ الْآخَرِ مِنَ الْخَطِّ التِّلِيفُونِيِّ .

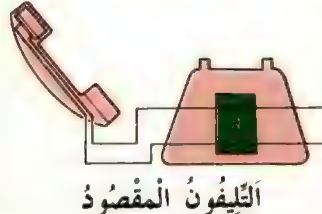
تَقْوِيَةُ الْإِشَارَةِ

تَقِلُّ الْإِشَارَةُ الْكَهْرَبِيَّةُ الْوَارِدَةُ مِنْ تِلِيفُونٍ (أزرق) بِزِيَادَةِ الْمَسَافَةِ ، وَلِذَلِكَ تُقَوِّى شَرِكَاتُ التِّلِيفُونِ التَّيَّارَ الْكَهْرَبِيَّ عِنْدَ مَرَاكِزَ تَبَادُلِيَّةٍ قَبْلَ إِمْرَارِهِ خِلَالَ دَوَائِرِ التَّوْزِيعِ (يسار) الَّتِي تُرْسِلُهُ إِلَى التِّلِيفُونِ الْمَقْصُودِ .



تُوَجَّهُ الْمُكَالَمَةُ إِلَى الرَّقْمِ الصَّحِيحِ بِوَاسِطَةِ دَائِرَةِ تَحْوِيلٍ .





مَاذَا يُوجَدُ دَاخِلَ آلَةِ الْبَيْعِ ؟

رَغْمَ أَنَّ آلاتِ الْبَيْعِ بَسِيطَةٌ مِن الْخَارِجِ ، إِلَّا أَنَّهَا تَحْتَوِى عَلَى سِلْسِلَةٍ مِن الْآلِيَّاتِ الْمُعَقَّدَةِ دَاخِلَهَا . وَهَذِهِ الْمُعَدَّاتُ تُقَدِّرُ قِيمَةَ الْعُمْلاتِ وَتَطْرُدُ الْعُمْلاتِ الْمُزَيَّفَةَ أَو الْخطأً ، وَتُنَظِّمُ حَرَارَةَ وَحَدَاتِ التَّسْخِينِ وَالتَّبْرِيدِ ، وَتُسْقِطُ الْمُنْتَجَ الْمُبَاعَ فِى فُتْحَةِ الْبَيْعِ .

وَفِى بَعْضِ الْآلاتِ تَعْمَلُ أَجْهِزَةُ اخْتِيَارِ الْعُمْلَةِ مِيكَانِيكِيًّا ، بِإِمْرَارِ الْعُمْلَةِ عَبْرَ سِلْسِلَةٍ مِن الرَّوَافِعِ الَّتِى لَا تُفْتَحُ إِلَّا إِذَا كَانَت الْعُمْلَةُ ذَاتَ حَجْمٍ وَوَزْنٍ مَضْبُوطَيْنِ ، وَإِلَّا تُوَجَّهُ الْعُمْلَاتُ نَحْوَ بَوَّابَاتٍ مُتَحَرِّكَةٍ فِى طَرِيقِ عَوْدَتِهَا إِلَى الْخَارِجِ . وَتَتِمُّ هَذِهِ الْعَمَلِيَّةُ بِمُجَسَّاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ فِى آلاتٍ . تَخْتَبِرُ مُحْتَوَى الْمَعْدِنِ ، وَمَغْنَاطِيسَاتٍ تَخْتَبِرُ الْحَجْمَ ، وَوَحَدَاتٍ بَاعِثَةٍ لِلضَّوْءِ تُرَاقِبُ السُّرْعَةَ وَالْقُطْرَ .

وَتُزَوَّدُ آلاتُ الْبَيْعِ الْحَدِيثَةُ بِمُنَظِّمَاتٍ حَرَارِيَّةٍ وَمُعَالِجَاتٍ دَقِيقَةٍ لِلتَّحَكُّمِ فِى دَرَجَةِ حَرَارَةِ الْمَشْرُوبَاتِ وَالْأَطْعِمَةِ السَّاخِنَةِ أَو الْبَارِدَةِ . وَرَغْمَ أَنَّ الْمَوَادَّ الْأَسَاسِيَّةَ الَّتِى يَتِمُّ الْحُصُولُ عَلَيْهَا مِنْ آلاتِ الْبَيْعِ مَازَالَتْ هِىَ الْوَجَبَاتُ السَّرِيعَةُ وَالْمَشْرُوبَاتُ ، إِلَّا أَنَّ آلاتِ الْبَيْعِ أَصْبَحَتْ مُتَنَوِّعَةً لِدَرَجَةِ أَنَّ الْإِنْسَانَ يُمْكِنُهُ شِرَاءُ كُلِّ مُكَوِّنَاتِ وَجْبَةٍ غِذَائِيَّةٍ مِنْهَا .

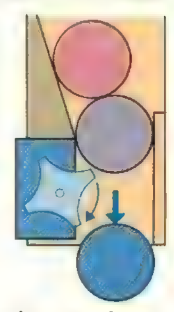
عُلْبَةٌ وَاحِدَةٌ فِى كُلِّ مَرَّةٍ

تَتَحَكَّمُ مُعَدَّةٌ تُسَمَّى الْعَجَلَةَ النَّجْمِيَّةَ فِى مَسَارِ الْعُلَبِ ، بِحَيْثُ لَا تَسْقُطُ إِلَّا عُلْبَةٌ وَاحِدَةٌ عِنْدَ كُلِّ تَسْدِيدٍ لِلْعُمْلَةِ . وَتُوضَعُ الْعَجَلاتُ النَّجْمِيَّةُ عِنْدَ قَاعِ رُفُوفِ الْمُنْتَجِ ، وَهِىَ تَخْتَلِفُ فِى أَشْكَالِهَا حَسَبَ الْمُنْتَجِ الَّذِى تُخْرِجُهُ . وَلِكُلٍّ مِنْهَا أَرْبَعَةُ أَضْلَاعٍ ، وَلَا تَدُورُ إِلَّا رُبْعَ دَوْرَةٍ فِى كُلِّ مَرَّةٍ ، فَلَا تَسْمَحُ إِلَّا لِعُلْبَةٍ وَاحِدَةٍ بِالانْزِلَاقِ إِلَى قَنَاةِ الاسْتِلَامِ .

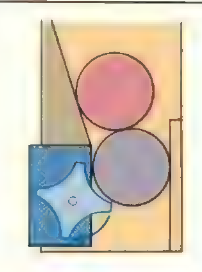
عَجَلَةٌ نَجْمِيَّةٌ

الْآلِيَّةُ الْإِخْرَاج

يُوجَدُ دَاخِلَ مَخْرَجِ الْعُلَبِ عَجَلَةٌ نَجْمِيَّةٌ تُمْسِكُ الْعُلْبَةَ بِإِحْكَامٍ .



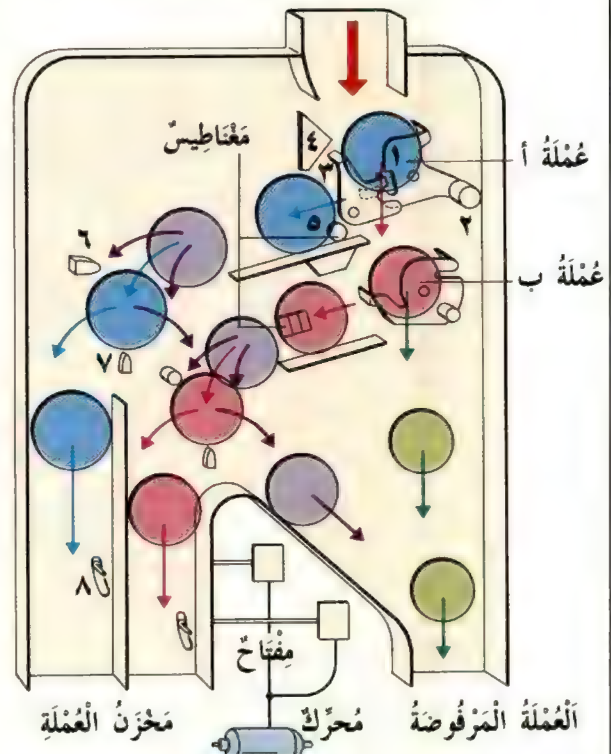
تَدُورُ الْعَجَلَةُ النَّجْمِيَّةُ رُبْعَ دَوْرَةٍ مُسْتَجِيبَةً لِصُنْدُوقِ التَّحَكُّمِ .



تَنْزَلِقُ الْعُلْبَةُ التَّالِيَةُ إِلَى أَسْفَلَ وَتُمْسِكُهَا الْعَجَلَةُ .

اسْتِبْعَادُ الْعُمْلَاتِ الْمُزَيَّفَةِ

مِنْ وِجْهَةِ نَظَرِ الْبَائِعِ ، فَإِنَّ فَرَّازَ الْعُمْلَاتِ هُوَ أَهَمُّ جُزْءٍ فِي آلَةِ الْبَيْعِ وَلِكَيْ تُؤَدِّيَ الْآلَةُ وَظِيفَتَهَا صَحِيحَةً ، فَإِنَّهَا يَجِبُ أَنْ تُفْرِزَ الْعُمْلَاتِ ، وَتَكْشِفَ الْعُمْلَاتِ الْمُزَيَّفَةَ ، وَتَسْتَبْقِيَ الْعُمْلَاتِ الصَّالِحَةَ فَقَطْ ، وَأَنْ تُعِيدَ الْبَاقِيَ بِالضَّبْطِ حَسَبَ سِعْرِ الْمُنْتَجِ الَّذِي يَتِمُّ تَسْلِيمُهُ . وَتَقْبَلُ بَعْضُ الْآلَاتِ عُمْلَاتٍ وَرَقِيَّةً يَتِمُّ مَسْحُهَا ضَوْئِيًّا لِلتَّأَكُّدِ مِنْ عَدَمِ تَزْوِيرِهَا وَلِمَعْرِفَةِ قِيمَتِهَا .



تَتَّخِذُ الْعُمْلَاتُ الَّتِي تُوضَعُ فِي آلَةِ الْبَيْعِ (١) مَسَارَاتٍ غَيْرَ مُبَاشِرَةٍ إِلَى مَخْزَنِ الْعُمْلَةِ (لاحظ العملتين أ الزرقاء ، ب الأرجوانية — أعلى) . تَسْقُطُ الْعُمْلَةُ أ فِي حَامِلٍ مِحْوَرِيٍّ (٣) ، فَإِذَا كَانَتْ أَثْقَلَ مِنَ الثِّقْلِ الْمُوَازِنِ (٢) فَإِنَّهَا تَتَدَحْرَجُ إِلَى الْأَمَامِ فِي مَسَارٍ . وَتُوقِفُ الْعُمْلَاتُ الْأَكْبَرُ بِوَاسِطَةِ حَاجِزٍ (٤) . وَإِذَا كَانَ تَرْكِيبُهَا الْمَعْدِنِيُّ صَحِيحًا فَإِنَّ الْمَغْنَاطِيسَ (٥) يُغَيِّرُ سُرْعَتَهَا بِحَيْثُ تَسْقُطُ فِي مَخْزَنِ الْعُمْلَةِ وَلَا تَصْطَدِمُ بِالْحَوَاجِزِ (٦ ، ٧) مِثْلَ الْعُمْلَاتِ الْأُرْجُوَانِيَّةِ وَالْخَضْرَاءِ الَّتِي تَتَحَرَّكُ إِلَى قَنَاةِ الْعُمْلَةِ الْمَرْفُوضَةِ . أَمَّا الْعُمْلَةُ ب ، وَهِيَ أَصْغَرُ مِنْ أ — فَيَتِمُّ فَرْزُهَا فِي مَسَارٍ مُنْفَصِلٍ بِنَفْسِ الطَّرِيقَةِ .

١ — رَفٌّ حَاكِمٌ
٢ — لَوْحَةُ مَفَاتِيحِ الْمُعَالِجِ الدَّقِيقِ
٣ — صُنْدُوقُ التَّحَكُّمِ
٤ — مُوَلِّدُ النَّغَمَاتِ
٥ — مُتَحَكِّمٌ
٦ — آلِيَّةُ الْعُمْلَةِ
٧ — مَسَّاحُ الْعُمْلَةِ
٨ — مَخْزَنُ الْعُمْلَةِ
٩ — فُتْحَةُ التَّخْزِينِ
١٠ — رَفُّ الْمُنْتَجِ
١١ — قَنَاةُ الِاسْتِلَامِ
١٢ — مُنَظِّمٌ حَرَارِيٌّ لِلثَّلَّاجَةِ
١٣ — مُكَثِّفُ الثَّلَّاجَةِ
١٤ — مُبَخِّرُ الثَّلَّاجَةِ
١٥ — ضَغَّاطُ الثَّلَّاجَةِ
١٦ — مَنْفَذُ الِاسْتِلَامِ
١٧ — قَاطِعُ الدَّائِرَةِ

كَيْفَ تَخْزُنُ الْبَيَانَاتُ فِى الْبِطَاقَةِ الْبَارِعَةِ؟

اَلْبِطَاقَةُ الْمَنْطِقِيَّةُ لِلدَّائِرَةِ الْمُتَكَامِلَةِ تُعْرَفُ بِالْبِطَاقَةِ الْبَارِعَةِ لِأَنَّهَا تُؤَدِّى وَظَائِفَ كَثِيرَةً . وَتُمَيِّزُ الْبِطَاقَةُ بِشَرِيطٍ مُمَغْنَطٍ يُشْبِهُ الشَّرَائِطَ الْمَوْجُودَةَ عَلَى الْبِطَاقَاتِ الائْتِمَانِيَّةِ وَالتِّلْقَائِيَّةِ لِلْبُنُوكِ وَالَّتِى تَحْوِى رَقْمًا شِفْرِيًّا يُمَيِّزُهَا . وَتَحْمِلُ الْبِطَاقَةُ أَيْضًا شَذْرَةً دَقِيقَةً تُمَكِّنُهَا مِنْ أَدَاءِ الْحِسَابَاتِ .

وَتَسْتَطِيعُ هَذِهِ الْبِطَاقَةُ أَنْ تُخَزِّنَ مَعْلُومَاتٍ تَبْلُغُ ١٠٠ مَرَّةٍ مِثْلَ مَعْلُومَاتِ الْبِطَاقَاتِ الْمَغْنَاطِيسِيَّةِ الْبَسِيطَةِ وَبِذَلِكَ يُمْكِنُ اسْتِخْدَامُهَا لِتَخْزِينِ سِجِلٍّ طِبِّىٍّ أَوْ بَنْكِىٍّ كَامِلٍ لِأَحَدِ الْأَشْخَاصِ ، بِالْإِضَافَةِ لِصُورَةِ حَامِلِهِ وَتَوْقِيعِهِ وَأَىِّ بَيَانَاتٍ أُخْرَى يُمكِنُ تَحْوِيلُهَا إِلَى رَقْمِيَّةٍ وَقِرَاءَتُهَا بِوَاسِطَةِ مَسَّاحٍ . وَمازَالَتِ الْبِطَاقَاتُ الْبَارِعَةُ فِى مَرْحَلَةِ التَّجْرِيبِ ، وَلَكِنَّهَا قَدْ تَحِلُّ يَوْمًا ما مَحَلَّ الْبِطَاقَاتِ الْمَغْنَاطِيسِيَّةِ .

بِطَاقَةٌ بَارِعَةٌ حَقِيقِيَّةٌ وَمُكَبَّرَةٌ

شَذْرَةٌ (دَارَةٌ) دَقِيقَةٌ

ROM

RAM

CPU

PROM

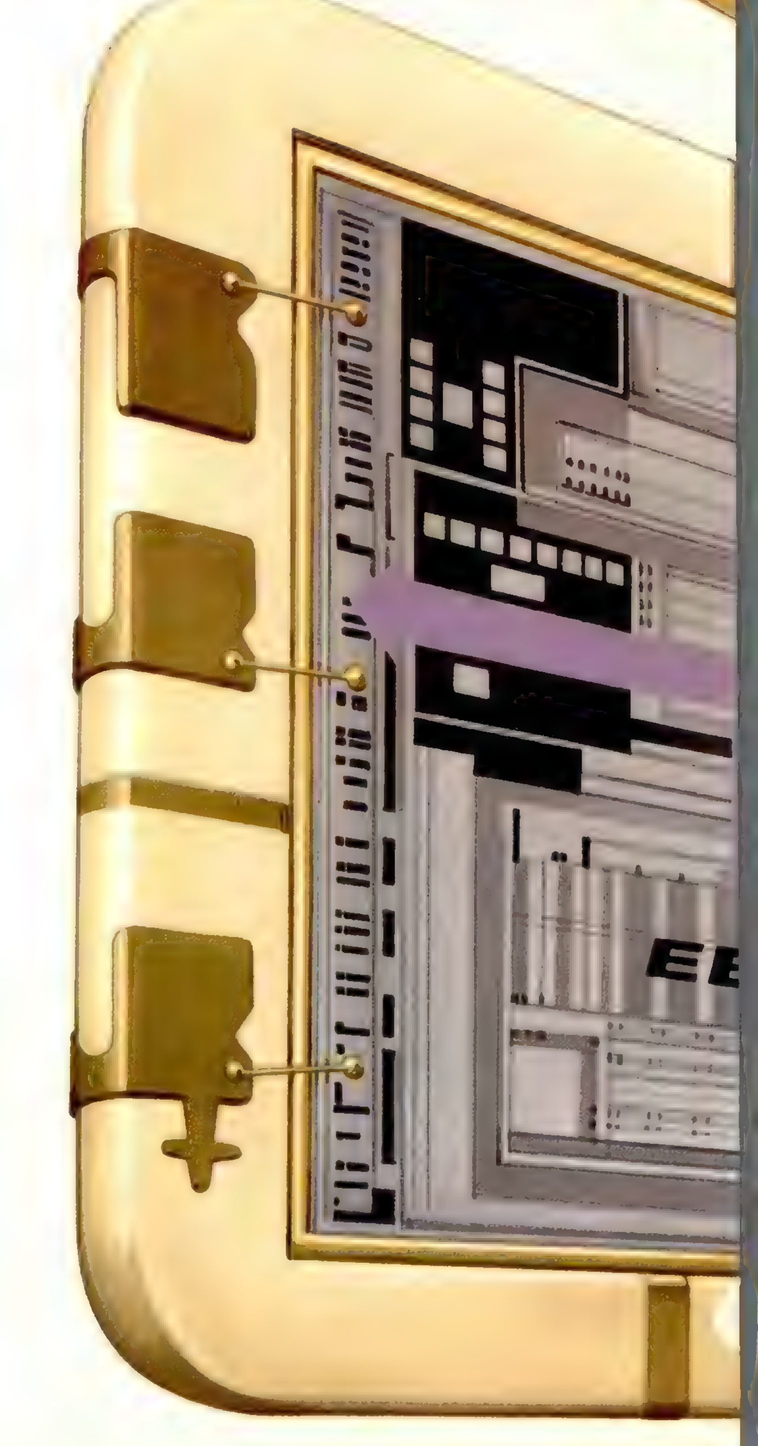
اَلدَّائِرَةُ الْمُتَكَامِلَةُ (IC)

تُسَمَّى الدَّائِرَةُ الْمتَكَامِلَةُ أَيْضًا الدَّارَةَ الدَّقِيقَةَ (يسار) ، وَهِىَ تُكَوِّنُ قَلْبَ الْبِطَاقَةِ الْبَارِعَةِ . وَهِىَ عِبَارَةٌ عَنْ شَطِيرَةٍ رَقِيقَةٍ مِن السِّيلِيكُون وَالْمَعْدِنِ ، وَتُخَزِّنُ وَتَسْتَرْجِعُ الْبَيَانَاتِ إِلِكْتُرونِيًّا . وَبِاسْتِخْدَامِ بِطَاقَةٍ بَارِعَةٍ يُمكِنُ تَغْيِيرُ بَعْضِ أَنْوَاعِ الْبَيَانَاتِ الَّتِى لَا يُمكِنُ تَغْيِيرُهَا بِالْبِطَاقَاتِ الْأُخْرَى .

وَظِيفَةُ الْوُصْلَاتِ الْخَارِجِيَّةِ

تَحْتَاجُ الدَّائِرَةُ الْمُتَكَامِلَةُ عَلَى الْبِطَاقَةِ الْبَارِعَةِ إِلَى سِلْسِلَةٍ مِن الْوُصْلَاتِ الْخَارِجِيَّةِ لِتُوصِّلَهَا إِلَى مَصْدَرِ الْقُدْرَةِ وَتَسْمَحَ لَهَا بِالاتِّصَالِ بِالطَّرَفِ النِّهَائِيِّ وَالْمعدَّاتِ الْأُخْرَى . وَتَتَّضِحُ وَظِيفَةُ كُلِّ وُصْلَةٍ عَلَى بِطَاقَةِ دَائِرَةٍ مُتَكَامِلَةٍ مِن الْقَائِمَةِ الْمُوَضَّحَةِ إِلَى الْيَمِينِ .

مُدْخَلاتُ وَمُخْرَجَاتُ الدَّارَةِ الدَّقِيقَةِ لِلْبِطَاقَةِ الْمَنْطِقِيَّةِ .	
١	جُهْدُ الدَّائِرَةِ
٢	إِعَادَةُ الْإِعْدَادِ
٣	سَاعَةٌ
٤	وُصْلَةٌ إِضَافِيَّةٌ
٥	أَرْضِيٌّ
٦	جُهْدُ تَغْذِيَةِ الْبَرْنَامَجِ
٧	إِخْرَاجُ / إِدْخَالُ الْبَيَانَاتِ
٨	وُصْلَةٌ إِضَافِيَّةٌ



ذَاكِرَةٌ تَمْنَعُ الدُّخُولَ غَيْرَ الشَّرْعِيِّ

تُجهَّزُ الْبِطَاقَةُ الْبَارِعَةُ بِثَلَاثَةِ أَنْوَاعٍ مِن الذَّاكِرَةِ : ذَاكِرَةِ الْقِرَاءَةِ فَقَطْ **(ROM)** وَتَخْتَصُّ بِنِظَامِ تَشْغِيلِ الْبِطَاقَةِ وَيُمكِنُ قِرَاءَتُها وَلَكِنْ لَا يُمكِنُ تَغْيِيرُهَا بِوَاسِطَةِ الْمُسْتَعْمِلِ . وَذَاكِرَةٌ مُؤَقَّتَةٌ **(RAM)** وَهِيَ مَوْضِعُ تَخْزِينٍ مُؤَقَّتٍ لِلْحِسَابَاتِ أَي الْمَعْلُومَاتُ الَّتِي يُمكِنُ تَغْيِيرُهَا وَالِاحْتِفَاظُ بِها فَقَطْ مَادَامَت الْبِطَاقَةُ فِي التَّشْغِيلِ . وَذَاكِرَةُ قِرَاءَةٍ فَقَطْ مُبَرْمَجَةٌ وَقَابِلَةٌ لِلْمَسْحِ **(EEPROM)** وَيُمْكِنُ تَغْيِيرُ المعْلوماتِ فَقَط تَحْتَ شُرُوطٍ خَاصَّةٍ . وَهَذِهِ الْبَرَامِجُ تَجْعَلُ الْبِطَاقَةَ الْبَارِعَةَ مُفِيدَةً خَاصَّةً فِي الْحدِّ مِن التَّوَصُّلِ إِلَى الْمَعْلُومَاتِ السِّرِّيَّةِ أَو الْمنَاطِقِ الْحسَّاسَةِ مِثْلِ الْمنْشَآتِ الْعَسْكَرِيَّةِ أَو أَقْبِيَةِ الْبُنُوكِ أَو الْأَمَاكِنِ الْأُخْرَى الَّتِي يَجِبُ تَأْمِينُهَا وَكَلِمَةُ السِّرِّ الَّتِي تُشَفَّرُ فِي الْمِنْطَقَةِ السِّرِّيَّةِ مِنْ ذَاكِرَةِ الْقِرَاءَةِ فَقَطْ الْمبَرْمَجَةِ تُسَاعِدُ حَامِلَ الْبِطَاقَةِ عَلَى التَّوَصُّلِ إِلَى أَمَاكِنَ خَاصَّةٍ . وَلزِيَادَةِ تَأْمِينِ هَوِيَّةِ حَامِلِ الْبِطَاقَةِ ، يُخَزَّنُ فِي الْبِطَاقَةِ سِجِلُّ السِّمَاتِ الطَّبِيعِيَّةِ لَهُ مِثْلَ بَصْمَةِ الْعَيْنِ أَوْ بَصْمَةِ الْإِبْهَامِ . وَيَتِمُّ التَّحَقُّقُ مِنْ هَذِهِ الْمَعْلُومَاتِ عِنْدَ الْمَدْخَلِ بِوَاسِطَةِ مَسَّاحٍ يَسْمَحُ فَقَطْ لِهَذَا الشَّخْصِ بِالْمُرُورِ .

كيف تعمل آلة نسخ (تصوير) المُسْتَنَدات بِألْوَانِها؟

لِنَسْخِ مُسْتَنَدٍ بِالْأَبْيَضِ وَالْأَسْوَدِ فَإنَّ آلَةَ النَّسْخِ تُومِضُ ضَوْءًا عَلَى الْمُسْتَنَدِ أَوَّلًا . وَيِنْعَكِسُ الضَّوْءُ فَقَطْ عَنِ الْأَجْزَاءِ الْبَيْضَاءِ مِن الْمُسْتَنَدِ الْأَصْلِيّ . وَيمُرُّ الضَّوْءُ المنْعَكِسُ خِلَالَ عَدَسَةٍ عَلَى قُرْصٍ مَعْدِنِيّ دَوَّارٍ . وَالْأُسْطُوَانَةُ مَشْحُونَةٌ بِكَهْرَبِيَّةٍ سَالِبَةٍ وَلَكِنَّها تَفْقِدُ هَذِهِ الشُّحْنَةَ فِي الْمَنَاطِقِ الَّتِي يَصْدِمُهَا الضَّوْءُ . وَبَيْنَما تَسْتَمِرُّ الْأُسْطُوَانَةُ فِي الدَّوَرَانِ أَمَامَ مَرْكَزِ الملَوِّنِ ، فَإِنَّ دَقَائِقَ الملَوِّنِ السَّوْدَاءَ الْمُوجَبَةَ الشُّحْنَةِ تَلْتَصِقُ بِالْمنَاطِقِ السَّالِبَةِ الشُّحْنَةِ . وتَنْتَقِلُ الدَّقَائِقُ إِلَى لَوْحٍ مِن الْوَرَقِ يَمُرُّ خِلَالَ بَكَرَةٍ سَاخِنَةٍ تَتَّصِلُ بِاسْتِمْرَارٍ بِالْمُلَوِّنِ ، فَيُنْتِجُ نُسْخَةً مِن الْمُسْتَنَدِ .

وَتَسْتَخْدِمُ آلَاتُ نَسْخِ الْمُسْتَنَدَاتِ بِالْأَلْوَانِ عَمَلِيَّةً مُشَابِهَةً بِاسْتِخْدَامِ مُرَشِّحَاتٍ زَرْقَاءَ ، وَحَمْرَاءَ ، وَصَفْرَاءَ . وَيَكْبُرُ الضَّوْءُ الْمنْعَكِسُ بِوَاسِطَةِ جِهَازِ تَقَارُنِ الشُّحْنَةِ (CCD) الَّذِى يُوَجِّهُ شُعَاعَ لِيزَرَ . وَتُوجَدُ مَرَاكِزُ لَوْنِيَّةٌ مُنْفَصِلَةٌ تَسْتَخْدِمُ مُلَوِّنَاتٍ زَرْقَاءَ (ز) ، وَحَمْرَاءَ (ح) ، وَصَفْرَاءَ (ص) ، وَسَوْدَاءَ (س) ، لِتُنتِجَ صُوَرًا مُلَوَّنَةً .





تَرْشِيحُ الضَّوْءِ لِعَمَلِ اللَّوْنِ

يُوضَعُ تَحْتَ الزُّجَاجِ عَدَسَةٌ وَثَلَاثَةُ مُرَشِّحَاتِ أَلْوَانٍ . وَتَحْتَ الْمُرَشِّحَاتِ يُوجَدُ جهازُ تَقَارُنِ الشَّحْنَةِ الَّذِى يَلْتَقِطُ الإِشَارَاتِ الضَّوْئِيَّةَ وَيُكَبِّرُهَا .

الْمُرَشِّحَاتُ وَجهازُ تَقَارُنِ الشَّحْنَةِ طَوِيلَةٌ وَضَيِّقَةٌ ، وَتَسْمَحُ لِآلَةِ النَّسْخِ بِمَسْحِ الْمُسْتَنَدَاتِ عَلَى هَيْئَةِ سِلْسِلَةٍ مِن الْوَحَدَاتِ الصَّغِيرَةِ الْمُسَمَّاةِ النُّقَيْطَاتِ .

يُكَبِّرُ جهازُ تقارنِ الشَّحْنَةِ الضَّوْءَ الضَّعِيفَ الَّذِى يَصْدِمُهُ . وَهُنَا ، يُوَجِّهُ الْجهازُ عَمَلَ شُعَاعِ لِيزَرٍ (أعلى) .

تَثْبِيتُ الصُّورَةِ

تُؤَدِّى الْأُسْطُوَانَةُ السَّاخِنَةُ اللَّمَسَاتِ الْأَخِيرَةَ ، فَتَدْمِجُ الْمُلَوِّنَاتِ الثَّلَاثَةَ إِلَى الصَّفْحَةِ .

الْأَسْوَدُ لِزِيَادَةِ الْوُضُوحِ

وَكَخُطْوَةٍ أَخِيرَةٍ ، يُوَجَّهُ الْمُلَوِّنُ الْأَسْوَدُ إِلَى الْمِسَاحَاتِ الَّتِى سَقَطَتْ عَلَيْهَا كُلُّ الْأَلْوَانِ الثَّلَاثَةِ . وَهَذَا يَجْعَلُ ظِلَالَ الصُّوَرِ وَاقِعِيَّةً .

٤ ــ يَلْتَصِقُ الْمُلَوِّنُ الْأَحْمَرُ مِن الْأُسْطُوَانَةِ بِالْوَرَقِ الَّذِى يَسْتَقْبِلُ عَلَى التَّوَالِى طَبَقَاتٍ مِن الْأَزْرَقِ وَالْأَصْفَرِ وَالْأَسْوَدِ .

تُوَجَّهُ عَنَاصِرُ الصُّورَةِ الزَّرْقَاءُ وَالصَّفْرَاءُ فَوْقَ الْأَحْمَرِ عِنْدَمَا تَمُرُّ الْوَرَقَةُ أَمَامَ مَرْكَزَيْنِ آخَرَيْنِ .

مَنْظَرٌ جَانِبِيٌّ لِآلَةِ النَّسْخِ

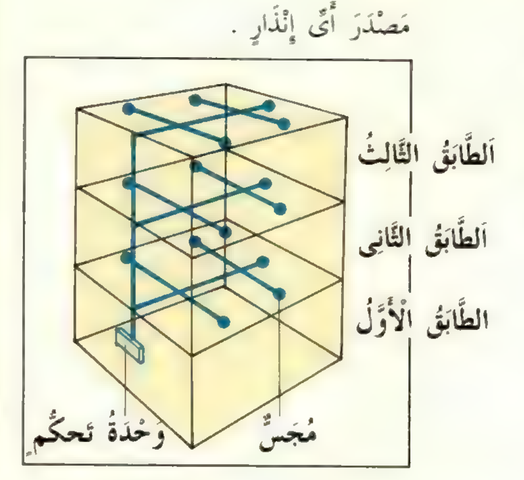
يُبَيِّنُ الْمَقْطَعُ إِلَى الْيَسَارِ الْأَجْزَاءَ الرَّئِيسِيَّةَ لِآلَةِ نَسْخٍ بِالْأَلْوَانِ شَامِلَةً رُفُوفَ الْوَرَقِ الْبَارِزَةَ مِن الْجَانِبَيْنِ .

هَلْ تَتَشَابهُ جمِيعُ أَنْظِمةِ الإِنْذارِ بِحَرِيقٍ؟

فِي أجْهِزَةِ الإِنْذارِ بِحَرِيقٍ ـ الذَّاتِيَّةِ ـ تَكْتَشِفُ مُجَسَّاتٌ خاصَّةٌ الدُّخانَ أو الْحَرارَةَ أَوْ كِلَيْهِما قَبْلَ أَنْ يَنْتَشِرَ الْحرِيقُ . وَتَسْتَجِيبُ الْمُجَسَّاتُ الْكَهْرُوضَوْئِيَّةُ إِلَى وُجُودِ دَقَائِقِ الدُّخانِ الدَّقِيقَةِ . وَتَسْتَجِيبُ مُجَسَّاتُ الْحَرارَةِ وَمُجَسَّاتُ مُعَدَّلِ التَّزايُدِ : عِنْدَمَا تَزِيدُ دَرَجَةُ الْحَرارَةِ عَنْ الْمُعَدَّلِ الْمُحَدَّدِ ، وَهُوَ عادَةً ١٣٥°ف (٥٦,٧°م) فِي داخِلِ الْمَنازِلِ ، وَعِنْدَمَا تَرْتَفِعُ دَرَجَةُ الْحَرارَةِ عَدَدًا مِن الدَّرَجاتِ خِلالَ فَتْرَةٍ مُعَيَّنَةٍ ـ وَهِيَ عادَةً ١٥° ف كُلَّ دَقِيقَةٍ . وَكُلُّ نَوْعٍ مِنْ هَذِهِ الْمُجَسَّاتِ يُسَبِّبُ صَوْتَ إِنْذارٍ يَسْتَمِدُّ قُدْرَتَهُ مِنْ بَطَّارِيَّةٍ كَما تَفْعَلُ الْمُجَسَّاتُ . وَنظَرًا لِلحساسِيَةِ الْفائِقَةِ لِهَذِهِ الْمُجَسَّاتِ ، فَإِنَّهَا تُنْذِرُ بِالْحَرِيقِ قَبْلَ أَنْ يُلاحِظَهُ الإِنْسانُ أَوْ أَثْناءَ نَوْمِهِ .

مَراكِزُ الإِنْذارِ

عِنْدَمَا تُمَدُّ الأَسْلاكُ الْكَهْرَبِيَّةُ فِي مَبْنًى مُتَعَدِّدِ الْمَخازِنِ ، فَإِنَّ الْكَهْرَبائِيِّينَ يَصْنعُونَ مُجَسَّاتِ الْحَرارَةِ وَالدُّخانِ فِي كُلِّ طابَقٍ (مِثْلُ هَذا الْمَبْنَى ذِي الطَّوابِقِ الثَّلاثَةِ) . وَتُحَدِّدُ وَحْدَةُ تَحَكُّمٍ مَصْدَرَ أَيِّ إِنْذارٍ .



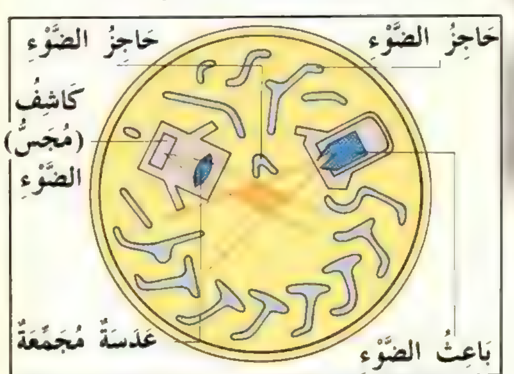
أَنْواعٌ مِن الإِنْذارِ بِحرِيقٍ

مُجَسُّ مُعَدَّلِ التَّزايُدِ

يَتَمَدَّدُ الْهَواءُ داخِلَ أَيِّ حُجْرَةٍ بِتَأْثِيرِ أَيِّ ارْتِفاعٍ مُفاجِئٍ فِي دَرَجَةِ الْحَرارَةِ ، فَيَدْفَعُ غِشاءً إِلَى أَداةِ تَلامُسٍ تُقْفِلُ دائِرَةً كَهْرَبِيَّةً فَيَصْدُرُ الإِنْذارُ .

مُجسٌّ كَهْرُوضَوْئِيٌّ

تَعْتَرِضُ دَقَائِقُ الدُّخَانِ الَّتِي تَدْخُلُ الْحُجْرَةَ حُزْمَةَ الضَّوْءِ الْمُنْتَظِمَةَ فَيُسَجِّلُ الْكَاشِفُ (المجَسُّ) ضَوْءًا أَقَلَّ ، وَيُصْدِرُ جِهَازُ الْإِنْذَارِ صَوْتًا .

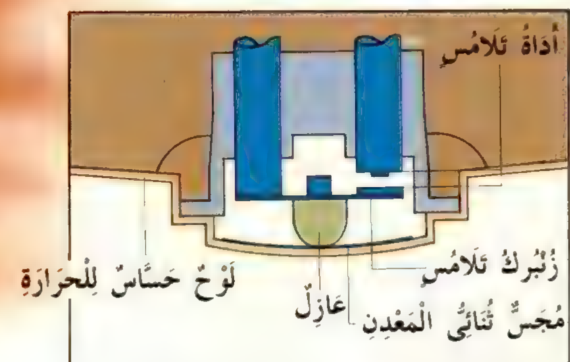




مُجسٌّ حَرَارِيٌّ قِيَاسِيٌّ

تَسْتَخْدِمُ الْمُجَسَّاتُ ثُنَائِيَّةُ الْمَعْدِنِ نَوْعَيْنِ مِن الْمَعَادِنِ تَتَمَدَّدُ بِمُعَدَّلَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ عِنْدَ تَعَرُّضِهَا لِلْحَرَارَةِ . وَإِذَا تَمَدَّدَ الْمُجَسُّ بِدَرَجَةٍ كَافِيَةٍ ، فَإِنَّهُ يَدْفَعُ زُنْبُركَ تَلَامُسٍ إِلَى غَلْقِ دَائِرَةٍ كَهْرَبِيَّةٍ تُصْدِرُ صَوْتَ الْإِنْذَارِ .

مُجسٌّ ثُنَائِيُّ الْمَعْدِنِ

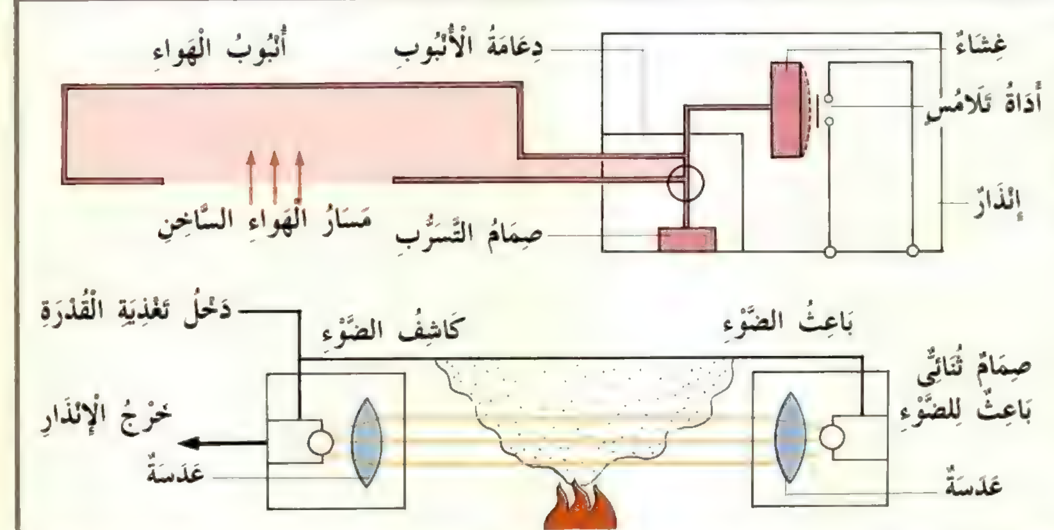


الْمُجَسُّ الْأُنْبُوبِيُّ الْهَوَائِيُّ

يَتَكَوَّنُ هَذَا النَّوْعُ مِن الْمُجَسَّاتِ مِنْ دَائِرَةٍ كَهْرَبِيَّةٍ أُنْبُوبِيَّةٍ مَمْلُوءَةٍ بِالْهَوَاءِ . وَعِنْدَمَا تَصِلُ الْحَرَارَةُ إِلَى الْأُنْبُوبِ ، يَتَمَدَّدُ الْهَوَاءُ بِدَاخِلِهَا فَيَدْفَعُ الْغِشَاءَ إِلَى الْخَارِجِ لِيُغْلِقَ الدَّائِرَةَ فَتُصْدِرُ الْإِنْذَارَ .

كَهْرُوضَوْئِيَّاتٌ مُنْفَصِلَةٌ

يُوَجَّهُ الضَّوْءُ الصَّادِرُ مِنْ بَاعِثٍ نَحْوَ كَاشِفٍ عَلَى الْحَائِطِ الْبَعِيدِ . وَعِنْدَمَا يَعْتَرِضُ الدُّخَانُ الْأَشِعَّةَ ، فَإِنَّ الْكَاشِفَ يُصْدِرُ إِشَارَةَ إِنْذَارٍ .





والسَّلالِمُ الْمُتَحَرِّكَةُ ؟

الْمِصْعَدُ هُوَ عَرَبَةٌ مُقْفَلَةٌ تَجْرِى عَلَى قُضْبَانٍ مُرْشِدَةٍ إِلَى أَعْلَى وَأَسْفَل أَثْنَاءَ حَمْلِهَا دَاخِلَ بِئْرِ الْمِصْعَدِ . وَتُسْتَمَدُّ الْقُوَّةُ اللَّازِمَةُ لِتَحْرِيكِ الْعَرَبَةِ مِنْ نِظَامِ بَكَرَةٍ عَادِىٍّ يَكْتَسِبُ قُدْرَتَهُ مِنْ مُحَرِّكٍ . وَتُخْفَضُ هَذِهِ الْقُوَّةُ بِوَاسِطَةِ ثِقْلٍ مُوَازِنٍ يَبْلُغُ حَوَالَى ٤٠٪ مِنْ ثِقَلِ الْعَرَبَةِ وَيَتَحَرَّكُ عَلَى نَفْسِ قُضْبَانِهَا . وَقَدْ أُضِيفَتْ أَنْظِمَةُ أَمَانٍ عَدِيدَةٌ فِى الْمَصَاعِدِ الْحَدِيثَةِ ، مِنْهَا فُكُوكٌ عَلَى الْعَرَبَةِ تَقْبِضُ عَلَى الْقُضْبَانِ الْمُرْشِدَةِ إِذَا قُطِعَ الْكَابِلُ الْحَامِلُ لِلْعَرَبَةِ ، وَفَرَامِلُ خَاصَّةٌ عَلَى الْبَكَرَاتِ تُقْفَلُ عِنْدَ انْقِطَاعِ الْقُدْرَةِ ، وَمُخَفِّفَاتُ صَدَمَاتٍ تُقَلِّلُ صَدْمَةَ التَّوَقُّفِ الْفُجَائِىِّ .

وَيُوَجِّهُ الرُّكَّابُ الْمِصْعَدَ إِلَى طَابَقٍ مُعَيَّنٍ بِضَغْطِ زِرَارٍ يُغَذِّى إِشَارَاتٍ إِلِكْتْرُونِيَّةً إِلَى صُنْدُوقِ تَحَكُّمٍ مُزَوَّدٍ بِمُعَالِجٍ دَقِيقٍ . وَيُمْكِنُ لِلْمِصْعَدِ أَنْ يَتَحَرَّكَ بِأَمَانٍ حَتَّى ١١٠ أَطْنَانٍ .

مُحَرِّكٌ
لَوْحَةُ تَحَكُّمٍ
حَاكِمُ السُّرْعَةِ
كَابِلُ حَاكِمِ السُّرْعَةِ
قَضِيبٌ مُرْشِدٌ
كَابِلٌ رَئِيسِىٌّ
ثِقْلٌ مُوَازِنٌ
قَضِيبُ الثِّقْلِ الْمُوَازِنِ
مُخَفِّفُ الصَّدَمَاتِ

وِسَادَةٌ مِنَ الْمَطَّاطِ
كَبَّاسٌ
أُسْطُوَانَةٌ
زَيْتٌ
قَاعِدَةُ عَرَبَةِ الْمِصْعَدِ
عَمُودٌ
وِسَادَةٌ مَطَّاطِيَّةٌ
كَبَّاسٌ
وِسَادَةٌ مَطَّاطِيَّةٌ
زَيْتٌ

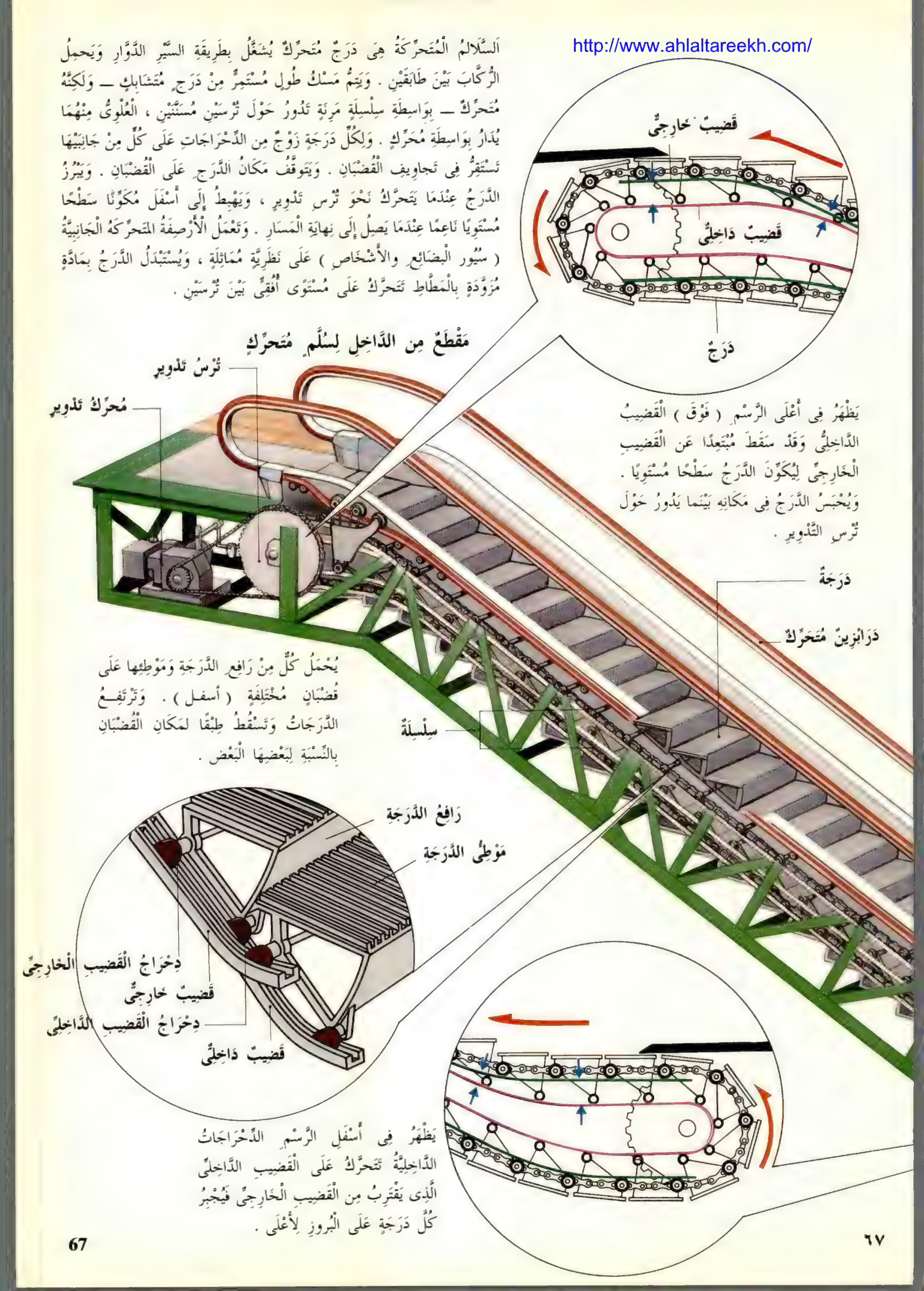
مُخَفِّفَاتُ الصَّدَمَاتِ الْمَوْجُودَةُ عِنْدَ قَاعِ بِئْرِ الْمِصْعَدِ تَسْنُدُ الْعَرَبَةَ عِنْدَمَا تَصِلُ إِلَى الطَّابَقِ الْأَرْضِىِّ وَعِنْدَمَا تَدْفَعُ الْعَرَبَةُ الْكَبَّاسَ إِلَى أَسْفَلَ ، يَعْمَلُ الزَّيْتُ اللَّزِجُ كَمَاصٍّ لِلصَّدْمَةِ .

قَضِيبٌ خَارِجِىٌّ
قَضِيبٌ دَاخِلِىٌّ
تُرْسُ الرُّجُوعِ

أَجْزَاءُ الْمِصْعَدِ

اَلسَّلَالِمُ الْمُتَحَرِّكَةُ هِيَ دَرَجٌ مُتَحَرِّكٌ يُشَغَّلُ بِطَرِيقَةِ السَّيْرِ الدَّوَّارِ وَيَحمِلُ الرُّكَّابَ بَيْنَ طَابَقَيْنِ . وَيَتِمُّ مَسْكُ طُولٍ مُسْتَمِرٍّ مِنْ دَرَجٍ مُتَشَابِكٍ ــ وَلَكِنَّهُ مُتَحَرِّكٌ ــ بِوَاسِطَةِ سِلْسِلَةٍ مَرِنَةٍ تَدُورُ حَوْلَ تُرْسَيْنِ مُسَنَّنَيْنِ ، الْعُلْوِيُّ مِنْهُمَا يُدَارُ بِوَاسِطَةِ مُحَرِّكٍ . وَلِكُلِّ دَرَجَةٍ زَوْجٌ مِنَ الدِّحْرَاجَاتِ عَلَى كُلٍّ مِنْ جَانِبَيْهَا تَسْتَقِرُّ فِي تَجَاوِيفِ الْقُضْبَانِ . وَيَتَوَقَّفُ مَكَانُ الدَّرَجِ عَلَى الْقُضْبَانِ . وَيَبْرُزُ الدَّرَجُ عِنْدَمَا يَتَحَرَّكُ نَحْوَ تُرْسِ تَدْوِيرٍ ، وَيَهْبِطُ إِلَى أَسْفَلَ مُكَوِّنًا سَطْحًا مُسْتَوِيًا نَاعِمًا عِنْدَمَا يَصِلُ إِلَى نِهَايَةِ الْمَسَارِ . وَتَعْمَلُ الْأَرْصِفَةُ المتحرِّكَةُ الْجَانِبِيَّةُ (سُيُورُ الْبَضَائِعِ والأَشْخاصِ) عَلَى نَظَرِيَّةٍ مُمَاثِلَةٍ ، وَيُسْتَبْدَلُ الدَّرَجُ بِمَادَّةٍ مُزَوَّدَةٍ بِالْمَطَّاطِ تَتَحَرَّكُ عَلَى مُسْتَوًى أُفُقِيٍّ بَيْنَ تُرْسَيْنِ .

مَقْطَعٌ مِنَ الدَّاخِلِ لِسُلَّمٍ مُتَحَرِّكٍ



يَظْهَرُ فِي أَعْلَى الرَّسْمِ (فَوْقَ) الْقَضِيبُ الدَّاخِلِيُّ وَقَدْ سَقَطَ مُبْتَعِدًا عَنِ الْقَضِيبِ الْخَارِجِيِّ لِيُكَوِّنَ الدَّرَجُ سَطْحًا مُسْتَوِيًا . وَيُحْبَسُ الدَّرَجُ فِي مَكَانِهِ بَيْنَمَا يَدُورُ حَوْلَ تُرْسِ التَّدْوِيرِ .

يُحْمَلُ كُلٌّ مِنْ رَافِعِ الدَّرَجَةِ وَمَوْطِئِهَا عَلَى قُضْبَانٍ مُخْتَلِفَةٍ (أسفل) . وَتَرْتَفِعُ الدَّرَجَاتُ وَتَسْقُطُ طِبْقًا لِمَكَانِ الْقُضْبَانِ بِالنِّسْبَةِ لِبَعْضِهَا الْبَعْضِ .

يَظْهَرُ فِي أَسْفَلِ الرَّسْمِ الدِّحْرَاجَاتُ الدَّاخِلِيَّةُ تَتَحَرَّكُ عَلَى الْقَضِيبِ الدَّاخِلِيِّ الَّذِي يَقْتَرِبُ مِنَ الْقَضِيبِ الْخَارِجِيِّ فَيُجْبِرُ كُلَّ دَرَجَةٍ عَلَى الْبُرُوزِ لِأَعْلَى .

كَيفَ يُرسلُ فَاكْسٌ أَو يُسْتَقبَلُ ؟

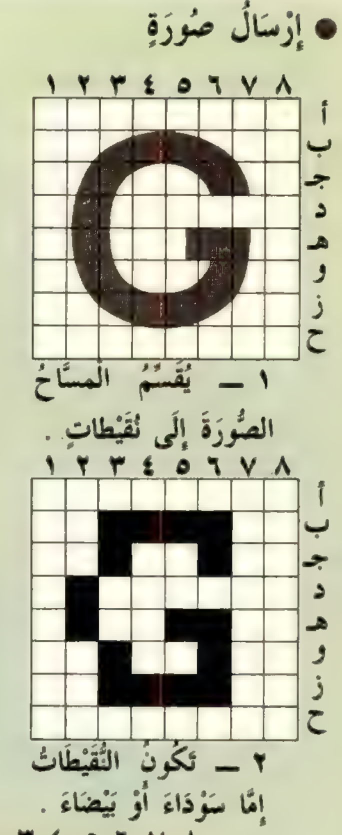
تُرْسِلُ أَجْهِزَةُ الْفَاكْسِمْيل (صورة طبق الأصل) النُّصُوصَ وَالصُّوَرَ عَلَى خُطُوطِ التِّلِيفُون . وَعِنْدَ إِرْسَالِ صَفْحَةٍ بِالنِّظَامِ الْمُوَضَّحِ أَسْفَلَ ، فَإِنَّهُ تَتِمُّ إِضَاءَةُ جُزْءٍ مِن الْمُسْتَنَدِ بِوَاسِطَةِ مِصْبَاحٍ ، وَيُوَجَّهُ الضَّوْءُ الْمنعَكِسُ بِوَاسِطَةِ مَرَايَا إِلَى عَدَسَةٍ وَجِهَازِ تَقَارُنِ الشَّحْنَةِ (CCD) . وَهَذَا الْجِهَازُ يُحِسُّ بِالْمَنَاطِقِ الْمُضِيئَةِ وَالْمُظْلِمَةِ فِي قِطَاعَاتٍ صَغِيرَةٍ مِن الصُّورَةِ تُسَمَّى نُقَيْطَاتِ الصُّورَةِ . ثُمَّ تُحَوَّلُ نُقَيْطَاتُ الصُّورَةِ إِلَى أَرْقَامٍ يُمْكِنُ تَحْوِيلُهَا إِلَى مَوْجَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ بِجِهَازٍ يُسَمَّى الْمُحَوِّلَ التَّنَاظُرِيَّ / الرقمى (A/D) . وَتُرْسَلُ هَذِهِ الْإِشَارَةُ عَلَى خُطُوطِ التِّلِيفُون بِوَاسِطَةِ مُشَكِّلٍ . وَعِنْدَ الْمُسْتَقْبِلِ ، يَتِمُّ حَلُّ شِفْرَةِ الْمَوْجَاتِ الْوَارِدَةِ وَتُغَذَّى إِلَى مُسَجِّلٍ يُعِيدُ تَكْوِينَ الصَّفْحَةِ بِاسْتِخْدَامِ رَأْسٍ حَرَارِيٍّ مُتحكَّمٍ فِيهِ بِحَاسِبٍ آلِيٍّ وَيَتَكَوَّنُ مِنْ ١٧٢٨ سِلْكًا تَسْخُنُ وَتَبْرُدُ بِسُرْعَةٍ . وَيَتَغَيَّرُ اللَّوْنُ فِي الْأَمَاكِنِ الَّتِي تَلْمِسُهَا الْأَسْلَاكُ السَّاخِنَةُ مُكَوِّنَةً نُسْخَةً طِبْقَ الْأَصْلِ مِن الْمُسْتَنَدِ الْأَصْلِيِّ .

رَأْسُ الطِّبَاعَةِ

مَنْظَرٌ مِن الدَّاخِلِ لِجِهَازِ فَاكْس

خَرْجٌ

● إِرْسَالُ صُورَةٍ



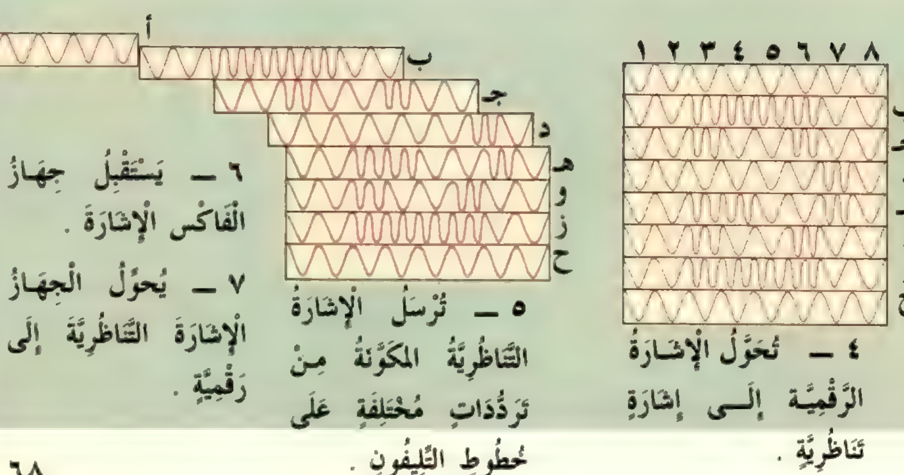
١ ــ يُقَسِّمُ الْمَسَّاحُ الصُّورَةَ إِلَى نُقَيْطَاتٍ .

٢ ــ تَكُونُ النُّقَيْطَاتُ إِمَّا سَوْدَاءَ أَوْ بَيْضَاءَ .

١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨

أ ب جـ د هـ و ز ح

٣ ــ تُحَوَّلُ خَرِيطَةُ النُّقَيْطَاتِ إِلَى أَرْقَامٍ .



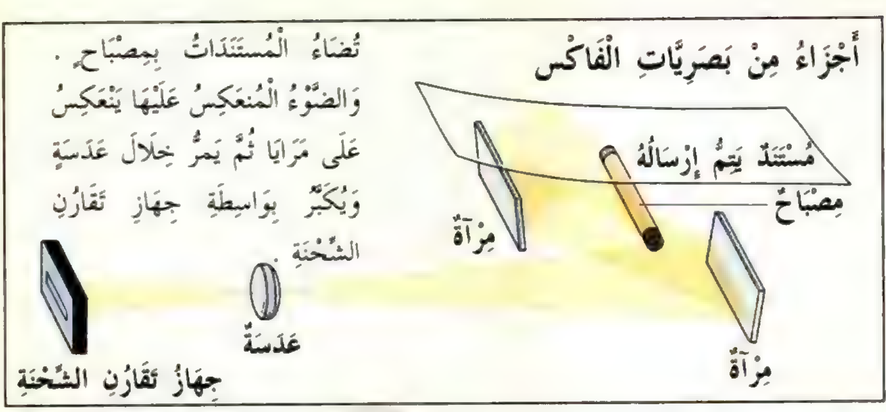
٤ ــ تُحَوَّلُ الْإِشَارَةُ الرَّقْمِيَّةُ إِلَى إِشَارَةٍ تَنَاظُرِيَّةٍ .

٥ ــ تُرْسَلُ الْإِشَارَةُ التَّنَاظُرِيَّةُ الْمُكَوَّنَةُ مِن تَرَدُّدَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ عَلَى خُطُوطِ التِّلِيفُون .

٦ ــ يَسْتَقْبِلُ جِهَازُ الْفَاكْسِ الْإِشَارَةَ .

٧ ــ يُحَوِّلُ الْجِهَازُ الْإِشَارَةَ التَّنَاظُرِيَّةَ إِلَى رَقْمِيَّةٍ .

يُرسِلُ جِهَازُ الْفَاكْس (أسفل) إِشَارَاتٍ مَوْجِيَّةً تَنَاظُرِيَّةً (أَوْ مَوْجَاتٍ مُتَّصِلَةً) عَلَى خُطُوطِ التِّلِيفُون . أَمَّا الْأَجْهِزَةُ الْأَحْدَثُ فَتُحْدِثُ إِرْسَالًا رَقْمِيًّا عَلَى خُطُوطِ التِّلِيفُون . وَهَذِهِ تُعْطِى رَسَائِلَ أَوْضَحَ وَيُمْكِنُهَا إِرْسَالُ الْأَلْوَانِ بِالْإِضَافَةِ لِلْأَبْيَضِ وَالْأَسْوَدِ .

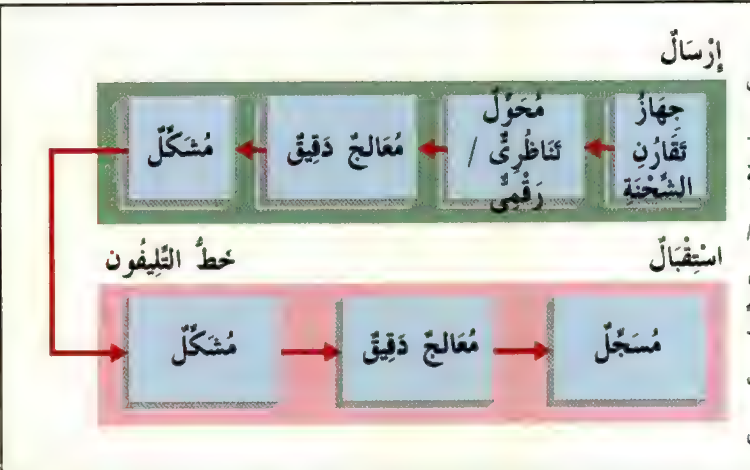


تُضَاءُ الْمُسْتَنَدَاتُ بِمِصْبَاحٍ . وَالضَّوْءُ الْمُنعَكِسُ عَلَيْهَا يَنْعَكِسُ عَلَى مَرَايَا ثُمَّ يَمُرُّ خِلَالَ عَدَسَةٍ وَيُكَبَّرُ بِوَاسِطَةِ جِهَازِ تَقَارُنِ الشَّحْنَةِ .

مِرْآةٌ
مِصْبَاحٌ
مِرْآةٌ
عَدَسَةٌ
مُسْتَنَدٌ تَمَّ إِرْسَالُهُ
جِهَازُ تَقَارُنِ الشَّحْنَةِ

إِرْسَالٌ رَقْمِيٌّ

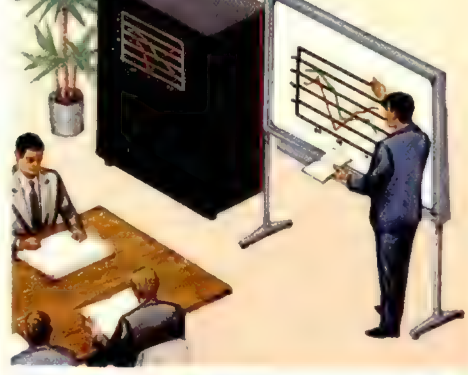
يُرْسِلُ الْفَاكْس الرَّقْمِيُّ الرَّسَائِلَ أَسْرَعَ مِنَ الْفَاكْس الْعُلْوِيِّ . وَتَمُرُّ إِشَارَةُ جِهَازِ تَوْصِيلِ الشَّحْنَةِ الْخَارِجَةِ خِلَالَ مُحَوِّلٍ تَنَاظُرِيٍّ / رَقْمِيٍّ (A/D) ثُمَّ مُعَالِجٍ دَقِيقٍ ، مُشَكِّلٍ قَبْلَ تَغْذِيَتِهَا إِلَى خَطِّ التِّلِيفُون . وتَعْكِسُ الْإِشَارَاتُ الْوَارِدَةُ مَسَارَهَا وَلَكِنَّهَا تُرْسَلُ إِلَى طَابِعَةٍ بَدَلًا مِنْ جِهَازِ تَقَارُنِ الشَّحْنَةِ .



٨ ـ تُحَوَّلُ الْبَيَانَاتُ الرَّقْمِيَّةُ إِلَى نُقَيْطَاتٍ .

٩ ـ وَيُعَادُ تَكَوُّنُ الصُّورَةِ بِوَاسِطَةِ خَرِيطَةِ نُقَيْطَاتِ الصُّورَةِ .

مَا هِىَ السَّبُّورَةُ الإِلِكْتُرُونِيَّةُ؟



أَدَاةُ عَمَلٍ طَيِّعَةٌ

يَسْتَخْدِمُ بَعْضُ رِجَالِ الْأَعْمَالِ السَّبُّورَاتِ الْإِلِكْتُرونِيَّةَ فِى الاجْتِمَاعَاتِ . فَإِذَا لَزِمَ تَوْزِيعُ جَدَاوِلَ رَقْمِيَّةٍ أَوْ أَفْكَارٍ سَرِيعَةٍ عَلَى الْمُشَارِكِينَ أَوْ عَلَى مَجْمُوعَاتٍ أُخْرَى فَإِنَّهُ يُمْكِنُ اسْتِخْدَامُ طَابِعَةِ السَّبُّورَةِ .

فَرْخٌ سُفْلِىٌّ (محور ص)

فَرْخٌ عُلْوِىٌّ (محور س)

مَسَارُ التَّيَّارِ عَلَى مِحْوَرِ ص

أَفْرُخٌ مَشْحُونَةٌ رَقِيقَةٌ

يَمُرُّ التَّيَّارُ فِى اتِّجَاهَيْنِ مُتَعَامِدَيْنِ فِى فَرْخَيْنِ رَقِيقَيْنِ مَرِنَيْنِ خَلْفَ سَطْحِ السَّبُّورَةِ . وَضَغْطُ الْقَلَمِ عَلَى سَطْحِ السَّبُّورَةِ يَجْعَلُ اللَّوْحَيْنِ يَتَلامَسَانِ ، فَتَحدُثُ تَغَيُّرَاتٌ فِى الْمُقَاوَمَةِ الكَهْرَبِيَّةِ عِنْدَ نُقَطِ التَّلامُسِ .

تُحدِّدُ مُجَسَّاتُ السَّبُّورَةِ أَمَاكِنَ تَغَيُّرَاتِ الْمُقَاوَمَةِ الْكَهْرَبِيَّةِ وَفْقًا لِإِحْدَاثِيَّاتِ الْمِحْوَرَيْنِ السِّينِى والصَّادِى ثُمَّ يُتَرْجِمُ مُعَالِجٌ دَقِيقٌ هَذِهِ النَّبَضَاتِ الْكَهْرَبِيَّةَ إِلَى صُورَةٍ مُسْتَخْدِمًا طَرِيقَةً تُشْبِهُ إِلَى حَدٍّ كَبِيرٍ الطَّرِيقَةَ الَّتِى يَسْتَخْدِمُهَا جِهَازُ الْفَاكْسِ .

السَّطْحُ الْعُلْوِىُّ الْأَبْيَضُ

قَلَمٌ أَسْوَدُ

قَلَمٌ أَحْمَرُ

قَلَمٌ أَزْرَقُ

اخْتِيَارُ الْأَلْوَانِ

تَتَعَرَّفُ السَّبُّورَةُ الْإِلِكْتُرونِيَّةُ عَلَى ثَلاثَةِ أَقْلامٍ مُخْتَلِفَةِ الْأَلْوَانِ بِوَاسِطَةِ إِشَارَاتٍ إِلِكْتُرونِيَّةٍ تُرْسَلُ إِلَى الْمُعَالِجِ الدَّقِيقِ عِنْدَمَا تُرْفَعُ الْأَقْلامُ مِنْ حَوَامِلِهَا أَسْفَلَ السَّبُّورَةِ . وَتُخْطِرُ إِشَارَةٌ مُمَاثِلَةٌ السَّبُّورَةَ أَنَّ الْمِمْحَاةَ قَدْ تَمَّ اسْتِخْدَامُهَا .

بدلًا من الْإِرْدِوَازِ وَالطَّبَاشِيرِ ، فَإِنَّ السُّبُّورَةَ الْإِلكْتْرُونِيَّةَ تَحْوِى لَوْحَةً لِلطِّبَاعَةِ الْإِلكْتْرُونِيَّةِ لَهَا أَقلامٌ خاصَّةٌ ، وَيُمكِنُهَا إِنْتاجُ نُسَخٍ مِنْ أَىِّ شَىْءٍ يُخطَّطُ عَلَى سَطْحِهَا الْقَابِلِ لمحْوِ مَا عَلَيْهِ . وَبَيْنَما يَتحرَّكُ أَحَدُ هَذِهِ الْأَقْلامِ الْخَاصَّةِ عَبْرَ سَطْحِ اللَّوْحَةِ ، فَإِنَّهُ يُحْدِثُ تَغيُّراتٍ فِى مَسَارِ التَّيَّارِ المارِّ فِى الْأَفْرُخِ الْمُوصِّلَةِ الحسَّاسَةِ لِلضَّغْطِ وَالْمَوْجُودَةِ خلْفَ سَطْحِ اللَّوْحَةِ . وَكَانَ لِبَعْضِ الشَّرِكَاتِ الْيَابَانِيَّةِ دَوْرٌ رَائِدٌ فِى اسْتِخْدَامِ هَذِهِ السُّبُّورَاتِ فِى مَكَاتِبِهَا ، وَلِتَنْقُلَ وَتَحْتَفِظَ بِالْمَعْلُومَاتِ عَنِ الاجْتِماعَاتِ لإِخْطَارِ الْفُرُوعِ الْبَعِيدَةِ لِلْمكَاتِبِ .



اَلسَّطْحُ الْأَبْيَضُ لِلسُّبُّورَةِ (أسفل) هُوَ أَفْرُخٌ رَقِيقَةٌ حَسَّاسَةٌ لِلضَّغْطِ مَشْحُونَةٌ وَمُخْتَفِيَةٌ .

مَسَارُ التَّيَّارِ عَلَى مِحْورِ السِّينَاتِ .

تَتَّصِلُ السُّبُّورَاتُ الْحدِيثَةُ بِشَاشَاتٍ يُمْكِنُهَا تَقْدِيمُ نُسَخٍ مُطَابِقَةٍ لِلْمسَجَّلِ عَلَى السُّبُّورَةِ .

يَتَّصِلُ بِالسُّبُّورَةِ الْإِلكْتْرُونِيَّةِ حَاسِبٌ آلِّىٌ يَسْمَحُ بِالتَّخْزِينِ الدَّائِمِ لِلصُّوَرِ .

تُخْرِجُ طَابِعَةٌ نُسْخَةً وَرَقِيَّةً مِن الْمسَجَّلِ عَلَى السُّبُّورَةِ .

4 آلاتٌ لِوَقْتِ الْفَرَاغِ



يَسْتَخْدِمُ النَّاسُ فِى أَوْقَاتِ لَعِبِهِمْ آلاتٍ تَقْتَرِبُ فِى عَدَدِهَا مِن تِلْكَ الَّتِى يَسْتَخْدِمُونَهَا فِى أَوْقَاتِ عَمَلِهِمْ . فَالصُّوَرُ عَلَى شَاشَةِ التِّلِيفِزْيُون ، وَالْمُوسِيقَى مِنْ جِهَازِ الْمِذْيَاعِ ، وَصُوَرُ الْأَصْدِقَاءِ ، كُلُّهَا تَرْجِعُ إِلَى اخْتِرَاعَاتِ الْقَرْنِ الْعِشْرِينَ فِى الْإِلكْتُرُونِيَّاتِ وَالْكِيمْيَاءِ .

وَتَسْتَخْدِمُ محطَّاتُ الْإِذَاعَةِ أَجْهِزَةً إِلِكْتُرُونِيَّةً لِتُحَوِّلَ الْأَصْوَاتَ إِلَى نَبضَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ ثُمَّ تُذِيعهَا ، وَيقُومُ الْمِذْيَاعُ فِى الْمَنَازِلِ بِتحوِيلِ هَذِهِ الْإِشَارَاتِ إِلَى أَصْوَاتٍ مَرَّةً أُخْرَى . وَتُضِيفُ مَحَطَّاتُ التِّلِيفِزْيُونِ الصُّوَرَ إِلَى إِذَاعَتِهَا ، فَتُرْسِلُ إِشَارَاتٍ مُنْفَصِلَةً لِلْأَلْوَانِ الثَّلَاثَةِ الَّتِى تَنْدَمِجُ ثَانِيًا فِى جِهَازِ التِّلِيفِزْيُون . وَالمَنَاظِيرُ الْمُقَرِّبَةُ الثُّنَائِيَّةُ وَجَمِيعُ أَنْوَاعِ آلَاتِ التَّصْوِيرِ ـــ سَوَاءً لِلتَّصْوِيرِ الْعَادِىِّ أَو التِّلِيفِزْيُونِىِّ ـــ تَعْتَمِدُ عَلَى نَظَرِيَّاتٍ بَصَرِيَّةٍ مُمْتَدَّةِ الْجُذُورِ . فَخِلَالَ الـ ٤٠٠ سَنَةِ الْأَخِيرَةِ تَنَاوَلَت الْعُلُومُ الطَّرِيقَةَ الَّتِى تُنفِذُ وَتَعْكِسُ وَتَكْسِرُ بِهَا الْعَدَسَاتُ الْمُخْتَلِفَةُ الضَّوْءَ السَّاقِطَ عَلَيْهَا . وَلكِنَّ الِاخْتِرَاعَاتِ الْحَدِيثَةَ فِى الْإِلكْتُرُونِيَّاتِ أَظْهَرَتْ مُمَيِّزَاتٍ أُخْرَى مِثْلَ التَّرْكِيزِ التِّلْقَائِىِّ لِلصُّورَةِ الَّذِى يَضَعُ الْجِسْمَ المُرَادَ تَصْوِيرُهُ فِى بُؤْرَةِ التَّصْوِيرِ . وَقَادَت الدِّرَاسَاتُ الْمُتَقَدِّمَةُ فِى الكِيمْيَاءِ إِلَى إِنْتَاجِ الْفِيلمِ (الْبُولَارْوِيد) الَّذِى يُظْهِرُ الصُّورَةَ وَيطْبَعُهَا بَعْدَ لَحظَاتٍ مِن التَّصْوِيرِ . وَالْكِيمْيَاءُ مَسْئُولَةٌ أَيْضًا عَن الْمَوَادِّ الخَاصَّةِ الَّتِى تُصنَعُ مِنْهَا أَشْرِطَةُ الْفِيدْيُو ، وَالْأَقْرَاصُ الضَّوْئِيَّةُ المدمَجة ، وَأَنَابِيبُ الصُّورَةِ فِى جِهَازِ التِّلِيفِزْيُون .

وَقَدْ غَيَّرَتْ كَثِيرٌ مِن الِاخْتِرَاعَاتِ الْحَدِيثَةِ الطَّرِيقَةَ الَّتِى يَقْضى بِهَا النَّاسُ أَوْقَاتَ فَرَاغِهِمْ ، وَيَسْتَعْرِضُ هَذَا الْفَصْلُ طَرِيقَةَ عَمَلِ عَدَدٍ مِنْ هَذِهِ الْأَجْهِزَةِ الَّتِى تُسَاعِدُ النَّاس فِى تَسْلِيَتِهِمْ .

يَعجُّ هَذَا الصُّنْدُوقُ الْأَزْرَقُ ـــ الْأَصْفَرُ بِاخْتِرَاعَاتٍ إِلِكْتُرونِيَّةٍ مِن الْقُرْصِ الضَّوْئِىِّ المدمَج إِلَى الْفِيلم السِّينمَائِى ، وَهِى عَيِّنَةٌ مِنْ أَشْيَاءَ تَجْعَلُ وَقْتَ الْفَرَاغِ أَكْثَرَ مُتْعَةً . وَيظْهَرُ عَلَى شَاشَةِ التِّلِيفِزْيُون كَيْفَ تَرَى آلَةُ تَصْوِيرِ فِيدْيُو ـــ غَيْرُ ظَاهِرَةٍ ـــ هَذَا الْمَنْظَرَ بِأَكْمَلِهِ .

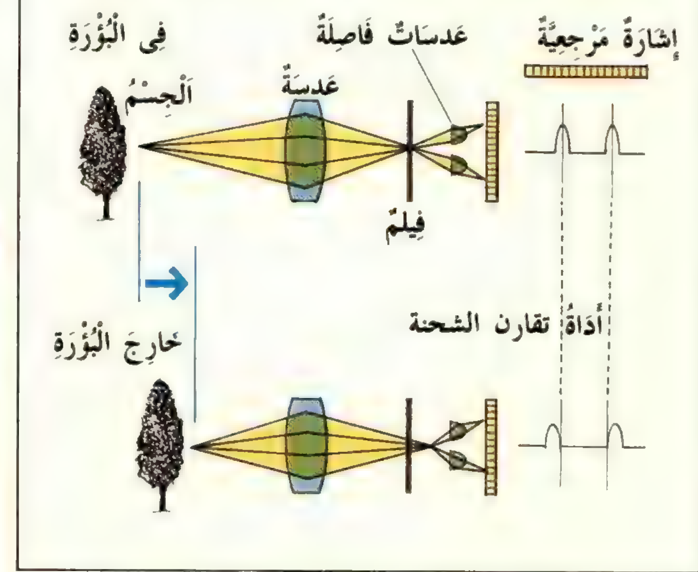


كَيْفَ تُرَكِّزُ آلَةُ

آلَةُ التَّصْوِيرِ الانْعِكَاسِيَّةُ أُحَادِيَّةُ الْعَدَسَةِ هِيَ حُزْمَةٌ مُحْكَمَةٌ مِنَ الْمُكَوِّنَاتِ الْبَصَرِيَّةِ وَالدَّوَائِرِ الْإِلِكْتُرُونِيَّةِ . وَيَسْتَطِيعُ الْمُصَوِّرُ أَنْ يُرَكِّزَ الصُّورَةَ يَدَوِيًّا بِإِدَارَةِ حَلْقَةِ التَّرْكِيزِ الْمُحِيطَةِ بِالْعَدَسَةِ ، وَالَّتِي تُحَرِّكُ الْعَدَسَةَ قُرْبًا أَوْ بُعْدًا عَنِ الْفِيلْمِ . وَلَكِنَّ آلَةَ التَّصْوِيرِ الْمُجَهَّزَةَ بِالتَّرْكِيزِ الذَّاتِيِّ (AF) تَقِيسُ الْمَسَافَةَ إِلَى الْجِسْمِ إِلِكْتُرُونِيًّا وَتَضْبِطُ نَفْسَهَا لِتُكَوِّنَ صُورَةً مُرَكَّزَةً وَاضِحَةً . وَأَحَدُ أَنْوَاعِهَا

تَرْكِيزٌ ذَاتِيٌّ

بَيْنَمَا يَمُرُّ الضَّوْءُ خِلَالَ الْعَدَسَةِ ، فَإِنَّهُ يَنْعَكِسُ إِلَى الْعَدَسَاتِ الْفَاصِلَةِ الَّتِي تُسْقِطُ صُوَرًا ثُنَائِيَّةً عَلَى مُقَارِنِ الشِّحْنَةِ الَّذِي يُحَوِّلُ هَذِهِ الصُّوَرَ إِلَى نَبَضَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ تُحَلَّلُ بِوَاسِطَةِ الْمُعَالَجَاتِ الدَّقِيقَةِ . وَعِنْدَمَا تَتَحَاذَى هَذِهِ الْإِشَارَاتُ مَعَ الْإِشَارَةِ الْمَرْجِعِيَّةِ فَإِنَّهَا تَكُونُ عَلَى نَفْسِ الطَّوْرِ وَفِي الْبُؤْرَةِ .

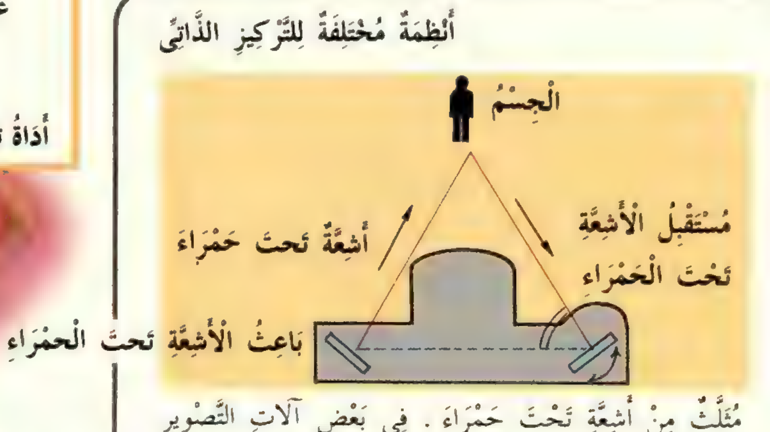


مُجَسُّ التَّرْكِيزِ الذَّاتِي

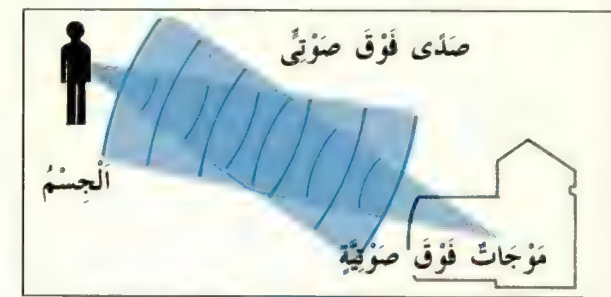
هَذَا الْمَنْظَرُ التَّفْصِيلِيُّ لِمُجَسِّ التَّرْكِيزِ الذَّاتِي يُبَيِّنُ كَيْفَ يَسِيرُ الضَّوْءُ إِلَى الْعَدَسَاتِ الْفَاصِلَةِ حَيْثُ يَنْقَسِمُ الضَّوْءُ لِيُسْقِطَ صُوَرًا ثُنَائِيَّةً عَلَى مُقَارِنِ الشِّحْنَةِ وَعِنْدَمَا تَكُونُ الْإِشَارَاتُ فِي طَوْرٍ وَاحِدٍ يَكُونُ الْجِسْمُ فِي الْبُؤْرَةِ .



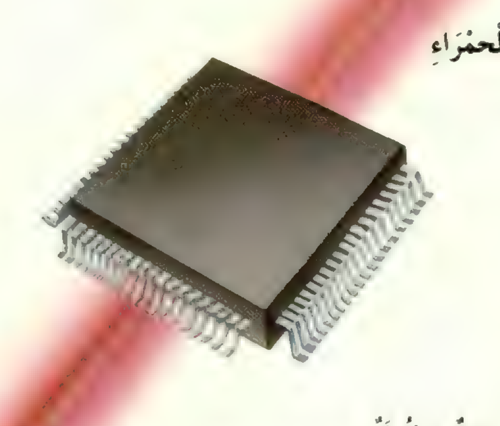

أَنْظِمَةٌ مُخْتَلِفَةٌ لِلتَّرْكِيزِ الذَّاتِيِّ



مُثَلَّثٌ مِنْ أَشِعَّةٍ تَحْتَ حَمْرَاءَ . فِي بَعْضِ آلَاتِ التَّصْوِيرِ تُوَجَّهُ حُزْمَةٌ تَحْتَ حَمْرَاءَ عَلَى الْجِسْمِ ، تُحَدِّدُ زَاوِيَةُ ارْتِدَادِهِ بُعْدَ الْجِسْمِ .



قِيَاسُ زَمَنِ الْمَوْجَاتِ فَوْقَ الصَّوْتِيَّةِ . تُرْسِلُ هَذِهِ الْكَامِيرَا مَوْجَاتٍ صَوْتِيَّةً عَالِيَةَ التَّرَدُّدِ ، وَبِحِسَابِ زَمَنِ رُجُوعِهَا تُحَدِّدُ بُعْدَ الْجِسْمِ .



دَارَةٌ مَسْئُولَةٌ

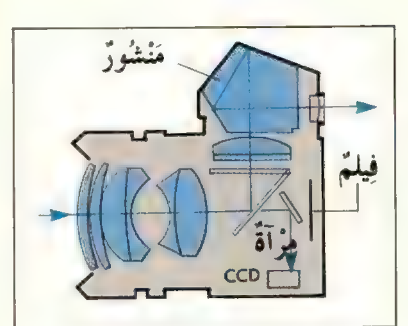
يَأْخُذُ الْمُعَالِجُ الدَّقِيقُ (الدارة أَعْلَى) الْقِيَاسَاتِ مِنْ مُقَارِنِ الشِّحْنَةِ وَيَحْسِبُ بُعْدَ الْجِسْمِ ثُمَّ يُرْسِلُ إِشَارَاتٍ إِلَى مُحَرِّكِ التَّرْكِيزِ بِالْمَسَافَةِ الَّتِي تَتَحَرَّكُهَا الْعَدَسَةُ لِيَكُونَ الْجِسْمُ فِي الْبُؤْرَةِ .

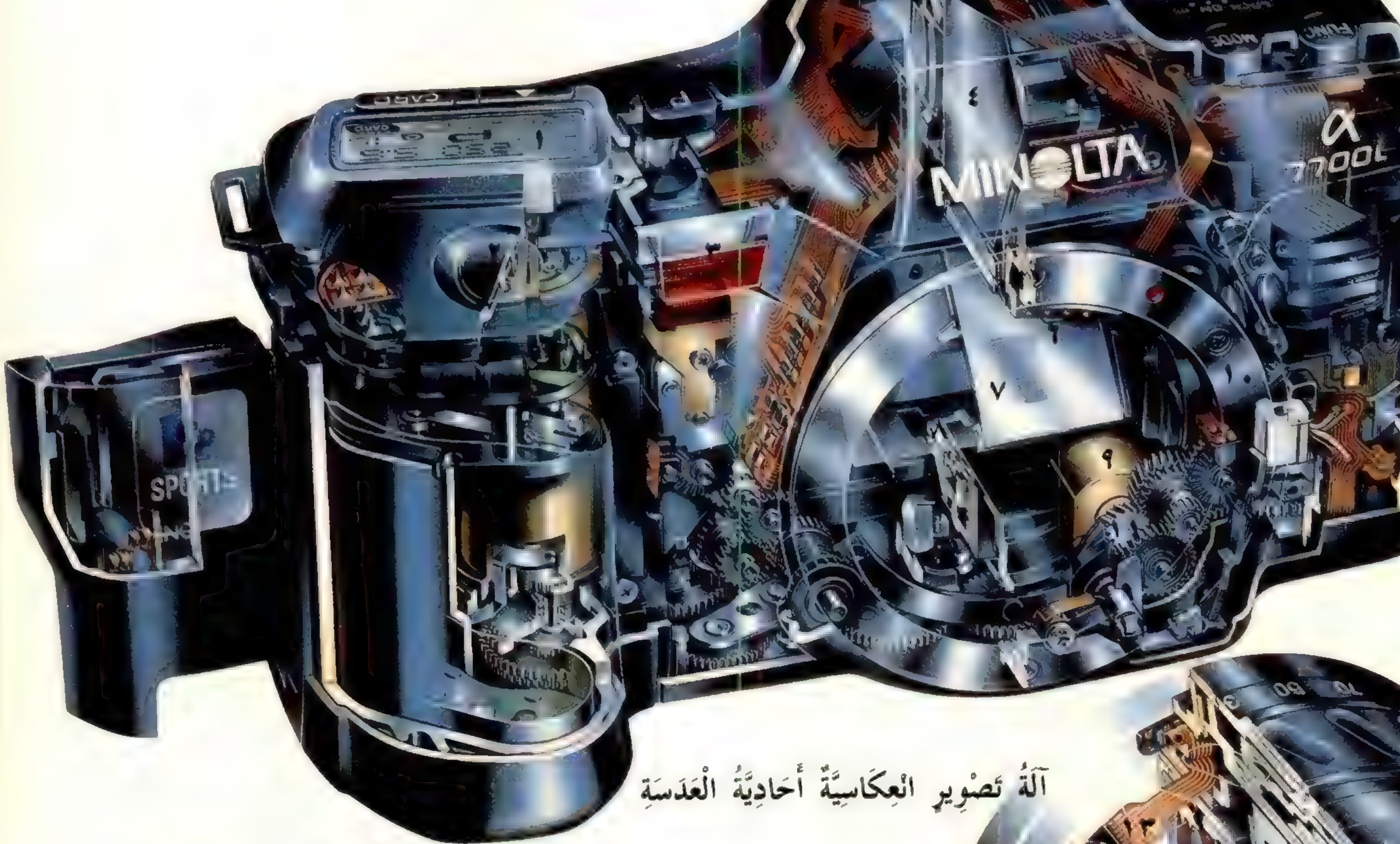
التَّصْوِيرُ ذَاتِيًّا؟

يُسْقِطُ حُزْمَةً مِن الْأَشِعَّةِ تَحْتَ الْحَمْرَاءِ عَلَى الْجِسْمِ وَيقِيسُ زَاوِيَةَ انْعِكَاسِهَا عَلَيْهِ لِيُحَدِّدَ الْمَسَافَةَ . وَيَسْتَخْدِمُ نَوْعٌ آخَرُ دَفْعَةً مِن الْمَوْجَاتِ فَوْقَ الصَّوْتِيَّةِ غَيْرِ الْمَسْمُوعَةِ ، وَيَقِيسُ الْمَسَافَةَ بِحِسَابِ زَمَنِ رُجُوعِ الدَّفْعَةِ . وَتَتَحَرَّكُ الْعَدَسَةُ بِوَاسِطَةِ مُحَرِّكٍ يَتَأَثَّرُ بِالْمَعْلُومَاتِ الَّتِي تَجْمَعُهَا أَنْظِمَةُ التَّرْكِيزِ الذَّاتِيِّ .

مَسَارُ الضَّوْءِ

يَمُرُّ الضَّوْءُ خِلَالَ الْعَدَسَةِ إِلَى الْمِرْآةِ ثُمَّ يَنْقَسِمُ ، فَيَمُرُّ بَعْضُهُ خِلَالَ الْمَنْشُورِ إِلَى النَّاظِرِ وَيَمُرُّ الْبَاقِي إِلَى مُجسِّ الضَّوْءِ — أداة تقارن الشحنة — الَّذِي يُسَجِّلُ شِدَّةَ الضَّوْءِ وَيُرَحِّلُ هَذِهِ الْبَيَانَاتِ إِلَى الْحَاسِبِ الْآلِيِّ .





آلَةُ تَصْوِيرٍ انْعِكَاسِيَّةٌ أُحَادِيَّةُ الْعَدَسَةِ

١ — شَاشَةٌ بلورية سائلة للإظهار
٢ — زِرَارُ الْغَلْقِ
٣ — بَاعِثُ الْأَشِعَّةِ تَحْتَ الْحَمْرَاءِ
٤ — مَنْشُورٌ ضَوْئِيٌّ
٥ — كَاشِفُ الْأَشِعَّةِ تحت الْحَمْرَاءِ
٦ — مُلَامِسُ إشارة عدسة التركيزِ الذَّاتِيِّ
٧ — مِرْآةٌ
٨ — مُجَسٌّ ضَوْئِيٌّ
٩ — مُحَرِّكُ عَدَسَةِ التَّزْوِيمِ (التقريب)
١٠ — حَلْقَةٌ تُحِيطُ بِالْعَدَسَةِ
١١ — تُرْسُ تَدْوِيرِ التركيزِ الذَّاتِيِّ
١٢ — مِقْرَنَةُ التركيزِ الذَّاتِيِّ
١٣ — مُعَالِجٌ دَقِيقٌ
١٤ — مُحَرِّكُ التَّرْكِيزِ
١٥ — عَدَسَةٌ

مُحَرِّكٌ يُرَكِّزُ الْعَدَسَةَ

عِنْدَمَا يَسْتَقْبِلُ مُحَرِّكُ التَّرْكِيزِ إِشَارَةً مِنْ دَائِرَةِ التَّحَكُّمِ ، فَإِنَّهُ يُحَرِّكُ الْعَدَسَةَ إِلَى الْأَمَامِ أَو الْخَلْفِ فِي الْمَوْضِعِ الَّذِي يَضَعُ الصُّورَةَ فِي الْبُؤْرَةِ . وَتَكُونُ الْحَرَكَةُ مُتَنَاهِيَةَ الدِّقَّةِ بِفَضْلِ نِظَامٍ مِن التُّرُوسِ الصَّغِيرَةِ .

كَيْفَ يُكَوِّنُ التِّلِيفِزْيُونُ صُوَرًا مُلَوَّنَةً ؟

شَاشَةُ التِّلِيفِزْيُونِ (المرناه) هِيَ الْجُزْءُ الْمسَطَّحُ مِنْ أُنْبُوبِ الصُّورَةِ . وَيُغطَّى الْأُنْبُوبُ مِن الدَّاخِلِ بآلَافٍ مِن النُّقَطِ الْفُوسْفُورِيَّةِ الَّتِي تُومِضُ عِنْدَمَا يَصْدِمُهَا إِلِكْتُرُونٌ ، وَالْمُرَتَّبَةُ فِي ٥٢٥ صَفًّا . وَيُوجَدُ مِدْفَعٌ إِلِكْتُرُونِيٌّ عِنْدَ النِّهَايَةِ الضَّيِّقَةِ لِلأُنْبُوبِ يَقْذِفُ إِلِكْتُرُونَاتٍ عَلَى الشَّاشَةِ عِنْدَمَا يَسْتَقْبِلُ إِشَارَاتٍ مِنْ مَحطَّةِ تِلِيفِزْيُونٍ أَوْ مُسَجِّلِ فِيدْيُو . وَيَدُلُّ عَدَدُ الْإِشَارَاتِ فِي الثَّانِيَةِ عَلَى قُوَّةِ إِضَاءَةِ كُلِّ نُقَيْطَةٍ مِنْ نُقَطِ الصُّورَةِ الَّتِي عَلَى الشَّاشَةِ . وَلَا تُضِيءُ هَذِهِ النُّقَيْطَةُ إِلَّا بِضَوْءٍ أَبْيَضَ فِي أُنْبُوبِ الصُّورَةِ الْأَبْيَضِ وَالْأَسْوَدِ . أَمَّا فِي أُنْبُوبِ الصُّورَةِ الْمُلَوَّنَةِ ، فَلِكُلِّ نُقْطَةٍ ثَلَاثَةُ أَنْوَاعٍ مِن الْفَسْفَرَةِ عِنْدَمَا يَصْدِمُهُ إِلِكْتُرُونٌ : أَنْ يُومِضَ بِالْأَحْمَرِ أَو الْأَخْضَرِ أَو الْأَزْرَقِ . أَمَّا الْكَامِيرَا التِّلِيفِزْيُونِيَّةُ فَتَلْتَقِطُ ثَلَاثَ صُوَرٍ مُنْفَصِلَةٍ ، وَاحِدَةٌ بِكُلِّ لَوْنٍ . وَعِنْدَمَا يَقْذِفُ كُلُّ مِدْفَعٍ إِلِكْتُرُونِيٌّ ، فَإِنَّهُ يَمْسَحُ الشَّاشَةَ مِنْ خِلَالِ حَاجِزٍ مُثَقَّبٍ يَسْمَحُ لِلشُّعَاعِ الْإِلِكْتُرُونِيِّ بِأَنْ يَصْطَدِمَ فَقَطْ بِنُقَطِ اللَّوْنِ الصَّحِيحِ . وَتَتَكَوَّنُ صُورَةٌ وَاضِحَةٌ مِنْ جَمِيعِ النُّقَطِ مَعًا .

تَرْكِيبُ أُنْبُوبِ تِلِيفِزْيُونٍ مُلَوَّنٍ

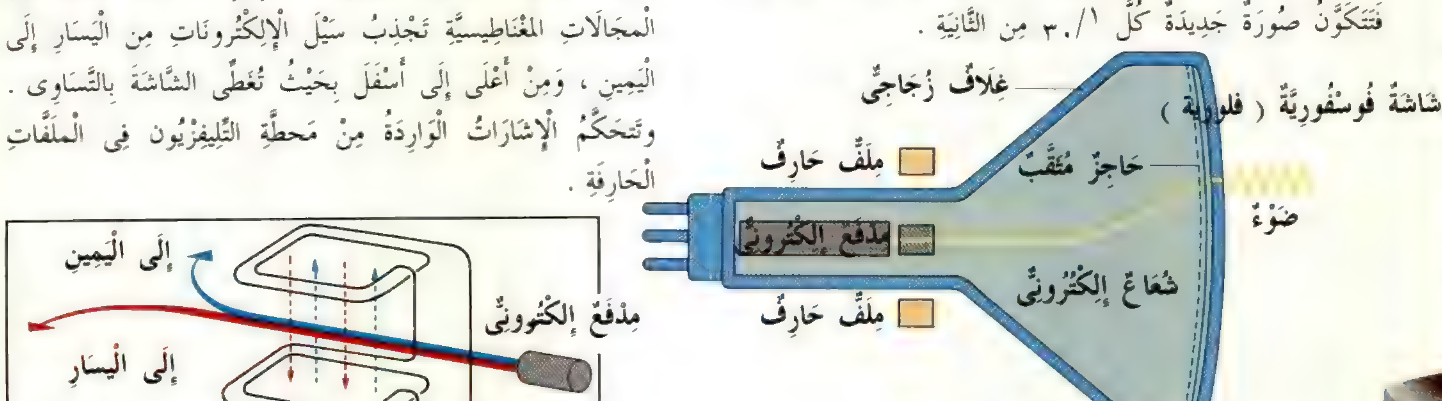


كَيْفَ يَعْمَلُ أُنْبُوبُ الصُّورَةِ ؟

تُعالِجُ الْمَدافِعُ الإلِكْتْرونِيَّةُ الإشارَاتِ الْوَارِدَةَ مِنْ مَحطَّةِ التِّلِيفِزْيُونِ أَوْ مُسَجِّلِ الْفِيدْيُو ، وَتُرْسِلُ سَيْلًا مُنْتَظِمًا مِنَ الإلِكْتْرُونَاتِ إِلَى شَاشَةِ التِّلِيفِزْيُونِ الْفُوسْفُورِيَّةِ السَّطْحِ . وَتُوَجِّهُ الْمِلَفَّاتُ الْحَارِفَةُ سَيْلَ الإلِكْتْرُونَاتِ مِنْ جَانِبٍ إِلَى آخَرَ بِعَمَلِيَّةٍ تُسَمَّى الْمَسْحَ ، فَتَتَكَوَّنُ صُورَةٌ جَدِيدَةٌ كُلَّ ١/٣٠ مِنَ الثَّانِيَةِ .

الْمِلَفَّاتُ الْحَارِفَةُ

لَا تَتَحَرَّكُ الْمَدافِعُ الإلِكْتْرُونِيَّةُ الثَّلَاثَةُ مِنْ مَكَانِهَا فِي التِّلِيفِزْيُون الْمُلَوَّنِ ، وَلَكِنْ هُنَاكَ مِلَفَّانِ حَارِفَانِ يَحْرِفَانِ الإلِكْتْرُونَاتِ عَنْ مَسَارِهَا أَثْنَاءَ تَحَرُّكِهَا نَحْوَ الشَّاشَةِ . وَيَتَوَلَّدُ مَجَالٌ مَغْنَاطِيسِيٌّ عَنِ التَّيَّارِ الْكَهْرَبِيِّ الْمَارِّ فِي الْمِلَفَّيْنِ . الْحَارِفَيْنِ وَالتَّغَيُّرَاتُ الدَّقِيقَةُ فِي الْمَجَالَاتِ الْمَغْنَاطِيسِيَّةِ تَجْذِبُ سَيْلَ الإلِكْتْرُونَاتِ مِنَ الْيَسَارِ إِلَى الْيَمِينِ ، وَمِنْ أَعْلَى إِلَى أَسْفَلَ بِحَيْثُ تُغَطِّي الشَّاشَةَ بِالتَّسَاوِي . وَتتَحَكَّمُ الإشَارَاتُ الْوَارِدَةُ مِنْ مَحَطَّةِ التِّلِيفِزْيُون فِي الْمِلَفَّاتِ الْحَارِفَةِ .



إِلَى الْيَمِينِ
مِدْفَعٌ إلِكْتْرُونِيٌّ
إِلَى الْيَسَارِ
سَيْلُ الإلِكْتْرُونَاتِ
خُطُوطُ قُوًى مَغْنَاطِيسِيَّةٍ

مِلَفُّ الانْحِرَافِ الأُفُقِيِّ

خُطُوطُ قُوًى مَغْنَاطِيسِيَّةٍ
إِلَى أَعْلَى
إِلَى أَسْفَلَ
مِدْفَعٌ إلِكْتْرُونِيٌّ
شُعَاعٌ إلِكْتْرُونِيٌّ

مِلَفُّ الانْحِرَافِ الرَّأْسِيِّ

مَسْحُ الصُّورَةِ

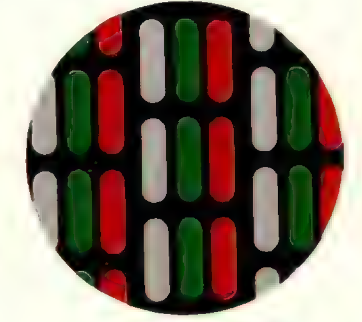
يُعِيدُ الشُّعَاعُ الإلِكْتْرُونِيُّ إِضَاءَةَ كُلِّ نُقْطَةِ خَطٍّ (وَتْرِيٍّ) فَرْدِيٍّ مِنْ خُطُوطِ الصُّورَةِ ثُمَّ يَعُودُ مَرَّةً أُخْرَى لِيُعِيدَ إِضَاءَةَ نُقَطِ الْخُطُوطِ (الشفعية) الزَّوْجِيَّةِ . وَلَا تُمَيِّزُ الْعَيْنُ فَتَرَاتِ سُكُونٍ بَيْنَ الصُّوَرِ لِتَكَوُّنِ ٣٠ صُورَةً فِي الثَّانِيَةِ .



نَظْرَةٌ فَاحِصَةٌ لِلنُّقَيْطَةِ

هَذِهِ الدَّوَائِرُ تُمَثِّلُ مِسَاحَاتٍ مُكَبَّرَةً مِنْ جِسْمِ الطَّائِرِ الظَّاهِرِ عَلَى شَاشَةِ التِّلِيفِزْيُونِ فِي الصَّفْحَةِ الْمُقَابِلَةِ . فَلِإِظْهَارِ لَوْنٍ أَحْمَرَ تُضَاءُ النِّقَاطُ الْفُوسْفُورِيَّةُ الْحَمْرَاءُ فَقَطْ ، وَلِإِظْهَارِ لَوْنٍ أَصْفَرَ تُضَاءُ الْحَمْرَاءُ وَالْخَضْرَاءُ . وَلِإِظْهَارِ اللَّوْنِ الأَبْيَضِ تُضَاءُ نُقَطُ الأَلْوَانِ الثَّلَاثَةِ فِي كُلِّ نُقَيْطَةٍ .

نُقَيْطَةٌ تَظْهَرُ حَمْرَاءَ



نُقَيْطَةٌ تَظْهَرُ صَفْرَاءَ



نُقَيْطَةٌ تَظْهَرُ بَيْضَاءَ

الأَلْوَانُ الأَوَّلِيَّةُ لِلضَّوْءِ

الأَلْوَانُ الأَوَّلِيَّةُ لِلأَصْبَاغِ الْمُلَوِّنَةِ الصُّلْبَةِ هِيَ الأَحْمَرُ الْقِرْمِزِيُّ وَالأَصْفَرُ وَالأَزْرَقُ ، وَلَكِنَّ الأَلْوَانَ الأَوَّلِيَّةَ لِلضَّوْءِ الْمُنْبَعِثِ هِيَ الأَحْمَرُ وَالأَخْضَرُ وَالأَزْرَقُ . وَيُوَضِّحُ الشَّكْلُ السُّفْلِيُّ كَيْفَ تَتَّحِدُ الأَلْوَانُ الثَّلَاثَةُ الأَوَّلِيَّةُ لِلضَّوْءِ الْمُنْبَعِثِ لِتُكَوِّنَ الأَلْوَانَ الأُخْرَى عِنْدَمَا تَتَرَاكَبُ ، وَمِنْهَا الأَبْيَضُ .



مَا هُوَ التِّلِيفِزْيُونُ عَالِى الْوُضُوحِ ؟

تَسْتَخْدِمُ أَنْظِمَةُ التِّلِيفِزْيُون الْعَامِلَةُ فِى أَمْرِيكَا وَالْيَابَانِ ٥٢٥ خطًّا لِلْعَنَاصِرِ عَلَى شَاشَةِ الصُّورَةِ . وَالْأَنْظِمَةُ الْمُمَاثِلَةُ فِى أُورُوبَّا وَالْمَنَاطِقِ الْأُخرَى تَسْتَخْدِمُ ٦٢٥ خطًّا . وَلَكِنَّ أَجْهِزَةَ التِّلِيفِزْيُون عَالِيَةَ الْوُضُوحِ الَّتِى أَنْتَجَتْهَا الْيَابَانُ تَسْتَخْدِمُ ١١٢٥ خطًّا ، وَهَذَا أَكْثَرُ مِنْ ضِعْفِ مَا تَسْتَخْدِمُهُ الْأَنْظِمَةُ الْحَالِيَّةُ فِى أَمْرِيكَا عَلَى شَاشَةٍ أَكْبَر . وَنظرًا لِزِيَادَةِ مِساحَةِ الصُّورَةِ ، فَإِنَّ الشَّاشَةَ عَالِيَةَ الْوُضُوحِ تَكُونُ مُزْدَحِمَةً جدًّا بِأَكْثَرَ مِنْ ٢ مِلْيُون نُقْطَةِ صُورَةٍ ، فَتُعْطِى الصُّورَةَ وُضُوحًا وَتَفْصِيلًا أَكْثَر .

وَالْمُشْكِلَةُ الْوَحِيدَةُ الَّتِى تُوَاجِهُ إِنْتَاجَ التِّلِيفِزْيُون عَالِى الْوُضُوحِ هُوَ أَنَّ الْإِشَارَةَ لِإِرْسَالِ الْمعْلُومَاتِ الْإِضَافِيَّةِ لِلصُّورَةِ الْأَكْبَرِ وَالْأَكْثَرِ تَفْصِيلًا تَشْغَلُ نِطَاقًا مِن التَّرَدُّدَاتِ الْمُتَاحَةِ لِلْإِذَاعَةِ يَبْلُغُ خَمْسَةَ أَمْثَالِ الْعَادِيَّةِ . وَهَذَا يُسَبِّبُ ازْدِحَامًا عَلَى نِطَاقِ الْإِذَاعَةِ الْمَحْدُودِ ، وَيَتطَلَّعُ الْبَاحِثُونَ الْآنَ إِلَى إِيجَادِ وَسَائِلَ لِضَغْطِ الْإِشَارَةِ عَالِيَةِ الْوُضُوحِ .

مُقَارَنَةُ بَيَانَاتِ الْأَنْظِمَةِ

يُوَضِّحُ هَذَا الجدْوَلُ مُقَارَنَةً بَيْنَ مُواصَفَاتِ التِّلِيفِزْيُونِ الْعَادِيِّ وَالْأُورُوبِّى وَعَالِى الْوُضُوحِ . لَقَدْ تَمَّ اخْتِبارُ التِّلِيفِزْيُونِ عالى الْوُضُوحِ فِى اليَابَانِ . وَتَتَّفِقُ جَمِيعُ الْأَنْوَاعِ فى أَنَّ لَهَا نَفْسَ نِسْبَةِ سُرْعَةِ الدَّمْجِ ٢ : ١ — بِمَعْنَى أَنَّهَا تَمْسَحُ الشَّاشَةَ مَرَّتَيْنِ لِكُلِّ صُورَةٍ . وَيَتَمَيَّزُ التِّلِيفِزْيُونُ العالِى الْوُضُوحِ بِشَاشَةٍ أَعْرَض بِهَا عَدَدٌ مُضَاعَفٌ مِن الخُطُوطِ .

نِظَامُ التِّلِيفِزْيُون	عَالِى الْوُضُوحِ	أَمْرِيكَا	أُورُوبَّا
خُطُوطُ الْمَسْحِ	١١٢٥	٥٢٥	٦٢٥
نِسْبَةُ المحاور	١٦ : ٩	٤ : ٣	٤ : ٣
نِسْبَةُ سرعة الدَّمْجِ	٢ : ١	٢ : ١	٢ : ١
تَرَدُّدُ الْمجَالِ Hz	٦٠	٥٩,٩٤	٥٠
إِشَارَةُ الصُّورَةِ MHz	٢٠	٤,٢	٦
تَشْكِيلُ الصَّوْتِ	بِالْمَوْجَةِ الحَامِلَةِ	بِالتَّرَدُّدِ	بِالتَّرَدُّدِ

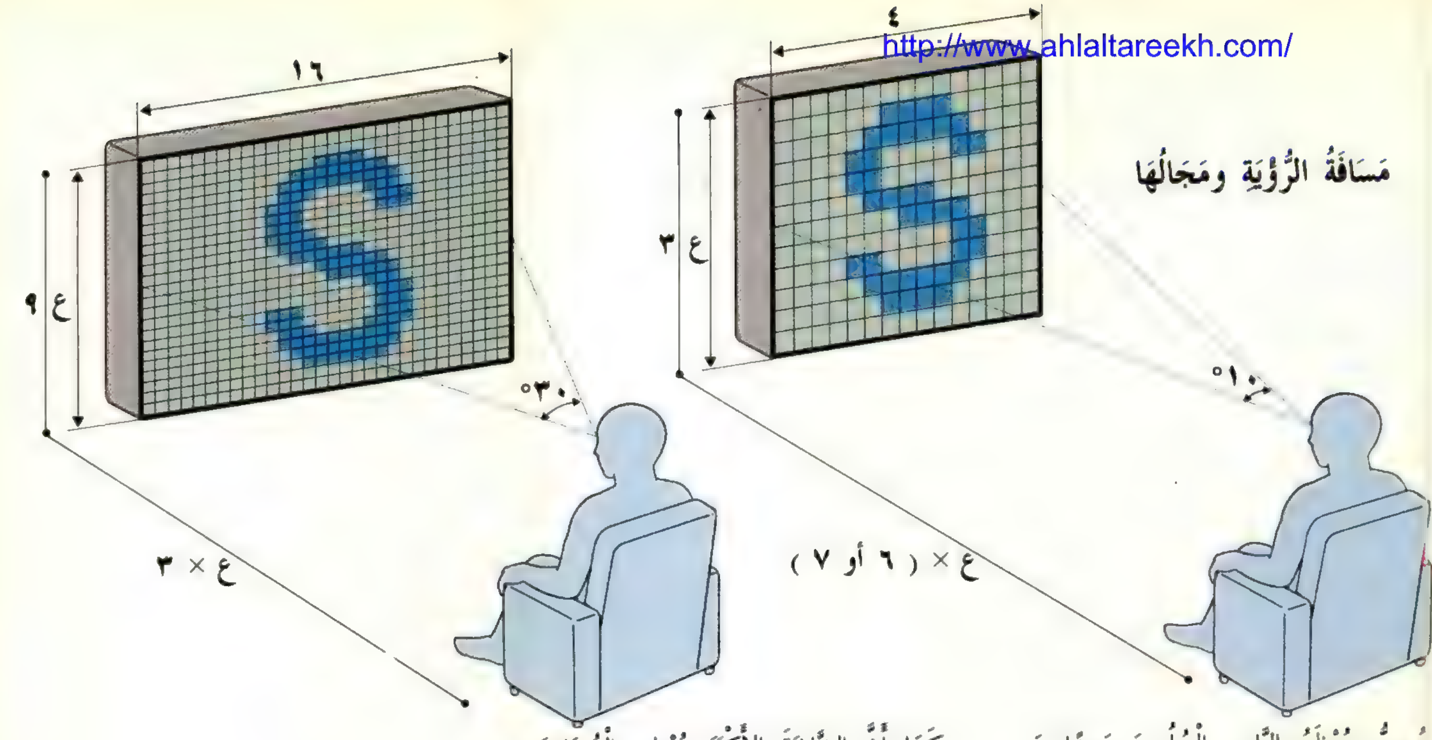
مُقَارَنَةٌ كَيْفِيَّةٌ لِلصُّورَةِ



اَلصُّورَةُ فِى تِلِيفِزْيُونٍ عَالِى الْوُضُوحِ

هَذِهِ الْمُؤَنُ الْغِذَائِيَّةُ (يسار) تَظْهَرُ مُشَوَّشَةً وَغَيْرَ وَاضِحَةٍ عَلَى شَاشَةِ التِّلِيفِزْيُونِ الْعَادِيِّ (صفحة مقابلة) وَلَكِنَّ نَفْسَ الصُّورَةِ تَظْهَرُ أَدَقَّ وَأَوْضَحَ عَلَى شَاشَةِ التِّلِيفِزْيُون عَالِى الْوُضُوحِ ، بَلْ وَيُمْكِنُ قِرَاءَةُ بِطَاقَاتِهَا . وَتَكُونُ صُوَرُ التِّلِيفِزْيُونَاتِ عَالِيَةِ الْوُضُوحِ مُفَصَّلَةً مِثْلَ الَّتِى تُكَوِّنُهَا أَفْلَامُ ٣٥ مم .

مَسَافَةُ الرُّؤْيَةِ ومَجَالُهَا



يُحِبُّ مُعْظَمُ النَّاسِ الْجُلُوسَ بَعِيدًا عَنِ التِّلِيفِزْيُونِ الْعَادِيِّ لِتَكُونَ خُطُوطُ مَسْحِ الشَّاشَةِ غَيْرَ ظَاهِرَةٍ ، وَتَبْلُغُ هَذِهِ الْمَسَافَةُ مِنْ ٦ — ٧ أَمْثَالِ ارْتِفَاعِ الشَّاشَةِ . وَلكِنَّ التِّلِيفِزْيُون عَالِي الْوُضُوحِ يُمكِنُ مُشَاهَدَتُهُ بِارْتِيَاحٍ عَلَى بُعْدِ نِصْفِ هَذِهِ الْمَسَافَةِ ، كَمَا أَنَّ الشَّاشَةَ الأَكْبَرَ تُعْطِى الْمُشَاهِدَ إِحْسَاسًا بِأَنَّهُ دَاخِلَ الصُّورَةِ .


الصُّورَةُ فِى التِّلِيفِزْيُون الْعَادِىِّ

زِيَادَةُ خُطُوطِ الْمَسْحِ تُعْطِى صُوَرًا أَدَقَّ

تَتَكَوَّنُ أُنْبُوبُ الصُّورَةِ عَالِيَةِ الْوُضُوحِ مِنْ ١١٢٥ خَطَّ مَسْحٍ أَىْ ١١٢٥ صَفًّا مِنَ النُّقَطِ الَّتِى تُضِىءُ لِتُكَوِّنَ الصُّوَرَ . أَمَّا أُنْبُوبُ الصُّورَةِ الْعَادِيَّةِ الْمُسْتَخْدَمَةُ لِأَجْهِزَةِ التِّلِيفِزْيُونِ فِى أَمْرِيكَا وَالْيَابَانِ الْآنَ ، فَلَهَا خُطُوطُ مَسْحٍ أَقَلَّ مِنْ نِصْفِ هَذَا الْعَدَدِ .



تِلِيفِزْيُونٌ عَالِى الْوُضُوحِ



نِظَامُ أَمْرِيكَا الْحَالِى

هَلْ يَسْتَطِيعُ الْمِيكْرُوفُونُ تَحْوِيلَ الصَّوْتِ إِلَى إِشَارَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ وَبِالْعَكْسِ؟

تُحَوِّلُ الْمِيكْرُوفُونَاتُ الْمَوْجَاتِ الصَّوْتِيَّةَ إِلَى إِشَارَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ ، وَتُحَوِّلُ الْمِجْهَارَاتُ الْإِشَارَاتِ الْكَهْرَبِيَّةَ مَرَّةً أُخْرَى إِلَى مَوْجَاتٍ صَوْتِيَّةٍ . وَلَيْسَ مِنَ الْغَرِيبِ أَنْ تَتَشَابَهَ أَجْزَاءُ بَعْضِ مُكَوِّنَاتِ هَذَيْنِ الْجِهَازَيْنِ وَأَنْ يَعْمَلَا عَلَى نَظَرِيَّاتٍ مُتَمَاثِلَةٍ . فَمَوْجَاتُ الصَّوْتِ فِي الْهَوَاءِ تَصْطَدِمُ بِغِشَاءٍ حَاجِزٍ فِي الْمِيكْرُوفُونِ الحركي فَتُسَبِّبُ اهْتِزَازَهُ . وَتُتَرْجِمُ مُعَدَّاتٌ صَغِيرَةٌ هَذِهِ الاهْتِزَازَاتِ إِلَى إِشَارَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ . وَعِنْدَمَا تَصِلُ هَذِهِ الْإِشَارَاتُ إِلَى مِجْهَارٍ ، يَحْدُثُ عَكْسُ هَذِهِ الْعَمَلِيَّةِ . فَالْإِشَارَاتُ تَجْعَلُ حَاجِزَ الْمِجْهَارِ يَهْتَزُّ ، وَهَذِهِ الاهْتِزَازَاتُ تُوَلِّدُ مَوْجَاتِ صَوْتٍ تَنْتَقِلُ فِي الْهَوَاءِ إِلَى أُذُنِ الْمُسْتَمِعِ . وَمَوْجَاتُ الصَّوْتِ عَالِيَةُ الضَّغْطِ ، وَهِيَ مَوْجَاتُ الْأَصْوَاتِ الْأَعْلَى ، تَتَحَوَّلُ إِلَى إِشَارَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ أَعْلَى جُهْدًا (فولتا) فِي الْمِيكْرُوفُونِ . وَعِنْدَمَا تَتَحَوَّلُ هَذِهِ الْإِشَارَاتُ ثَانِيَةً إِلَى أَصْوَاتٍ ، فَإِنَّ النَّبَضَاتِ عَالِيَةَ الْجُهْدِ تُوَلِّدُ فِي الْمِجْهَارِ أَصْوَاتًا مُرْتَفِعَةً . وَالْخَاصِّيَّةُ الثَّانِيَةُ الْمُمَيِّزَةُ لِلصَّوْتِ هِيَ تَرَدُّدُهُ ، وَهِيَ تَجْعَلُ الْجُهْدَ يَتَغَيَّرُ عِنْدَ نَفْسِ التَّرَدُّدِ .

تَرْكِيبُ مِيكْرُوفُون

غِشَاءٌ حَاجِزٌ

مِلَفٌّ

مَغْنَاطِيسٌ دَائِمٌ

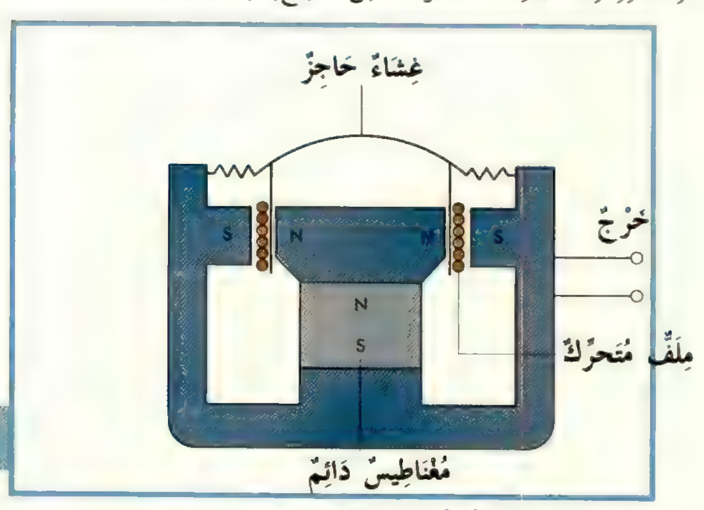
قَلْبُ حَدِيدٍ مُطَاوِعٍ

دَاخِلَ مِيكْرُوفُون حركى

يَتَوَسَّطُ الْمِيكْرُوفُونَ الحَرَكِيَّ حَاجِزٌ هُوَ عِبَارَةٌ عَنْ غِشَاءٍ رَقِيقٍ حَسَّاسٍ ، مِنَ الْبِلَاسْتِيكِ عَادَةً ، يَهْتَزُّ بِسُهُولَةٍ عِنْدَمَا تَصْدِمُهُ مَوْجَاتُ الصَّوْتِ . وأَكْثَرُ أَنْوَاعِ الْمِيكْرُوفُونَاتِ اسْتِخْدَامًا هُوَ الْمِيكْرُوفُونُ الحَرَكِيُّ ، وَذَلِكَ لِرُخْصِ تَكْلِفَتِهِ ، وَسُهُولَةِ اسْتِخْدَامِهِ لِأَنَّهُ يَلْتَقِطُ الْأَصْوَاتَ مِنْ جَمِيعِ الِاتِّجَاهَاتِ .

كَيْفَ يَعْمَلُ الْمِيكْرُوفُونُ الحَرَكِيُّ

يَهْتَزُّ الحَاجِزُ عِنْدَمَا تَصْدِمُهُ مَوْجَاتُ الصَّوْتِ ، فَيُحَرِّكُ الْمِلَفَّ الْمُتَّصِلَ بِهِ . وَكُلُّ حَرَكَةٍ مِنَ الْمِلَفِّ تُوَلِّدُ جُهْدًا تَأْثِيرِيًّا من المجال الْمَغْنَاطِيسِي . وَيَتَغَيَّرُ هَذَا الْجُهْدُ وَفْقًا لِلْمَسَافَةِ الَّتِي يَتَحَرَّكُهَا الْمِلَفُّ وَلِسُرْعَةِ حَرَكَتِهِ ، وَبِذَلِكَ فَإِنَّ الْجُهْدَ النَّاتِجَ يُمَثِّلُ مَوْجَةَ الصَّوْتِ فِي الشِّدَّةِ وَالتَّرَدُّدِ . ثُمَّ تُذَاعُ الْإِشَارَاتُ الْكَهْرَبِيَّةُ عَلَى هَيْئَةِ مَوْجَاتٍ لَاسِلْكِيَّةٍ كَهْرُومَغْنَاطِيسِيَّةٍ .



يُحَوِّلُ المِيكْرُوفُونُ الْحَرَكِيُّ الصَّوْتَ إِلَى كَهْرَبَاءَ

دَاخِلَ الْمِجْهَارِ

الْقَلْبُ

مَغْنَاطِيسٌ دَائِمٌ

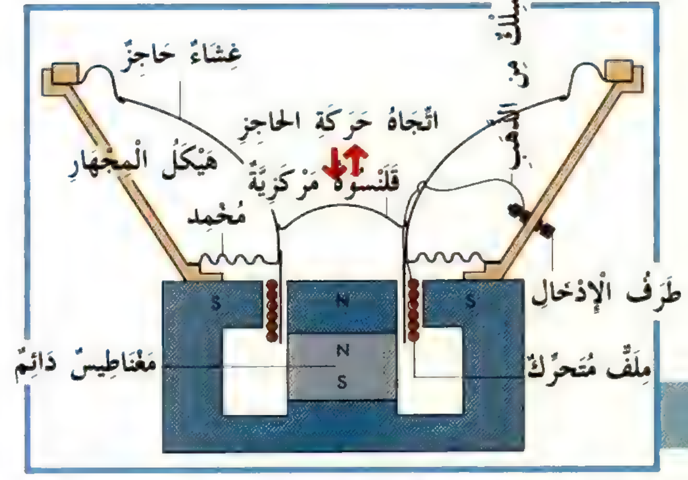
مِلَفٌّ

مَخْرُوطٌ

تتكَوَّنُ الْمَجَاهِرُ الْجَيِّدَةُ مِنْ وَحْدَةٍ كَبِيرَةٍ لِلنَّغَمَاتِ الْمُنْخَفِضَةِ « ووفر » ، وَوَحْدَةٍ لِلتَّرَدُّدَاتِ الْمُتَوَسِّطَةِ ، وَمِجْهَارٍ صَغِيرٍ لِلنَّغَمَاتِ عَالِيَةِ التَّرَدُّدِ « تويتر » .

كَيْفَ يَعْمَلُ الْمِجْهَارُ الْحَرَكِيُّ

يَسْتَمِدُّ الْمِجْهَارُ الْحَرَكِيُّ قُدْرَتَهُ مِنْ مِلَفٍّ مَوْضُوعٍ دَاخِلَ مَغْنَاطِيسٍ دَائِمٍ دَائِرِيٍّ . وَتَأْتِي الْإِشَارَاتُ الْكَهْرَبِيَّةُ مِنْ مُضَخِّمِ صَوْتٍ إِلَى الْمِجْهَارِ خِلَالَ طَرَفِ الْإِدْخَالِ . وَأَثْنَاءَ مُرُورِهَا فِي الْمِلَفِّ تُوَلِّدُ مَجَالًا مَغْنَاطِيسِيًّا مُتَغَيِّرًا يُسَبِّبُ اهْتِزَازَ مَخْرُوطِ الْمِجْهَارِ فَتَتَكَوَّنُ مَوْجَاتٌ صَوْتِيَّةٌ فِي الْهَوَاءِ . وَيُقْصِرُ الْمُخْمِدُ الِاهْتِزَازَاتِ إِلَى الْمَخْرُوطِ بَعِيدًا عَنِ الْهَيْكَلِ الصُّلْبِ لِلْمِجْهَارِ .



يُحَوِّلُ الْمِجْهَارُ الحَرَكِيُّ الكَهْرَبَاءَ إِلَى صَوْتٍ .

كَيْفَ يُسَجِّلُ مُسَجِّلُ التَّرْئِيَةِ (الْفِيدْيُو) الْبَرَامِجَ؟



صُورَةٌ تَمَّ مَسْحُهَا

تَحْتَوِى الْإِشَارَةُ الصَّادِرَةُ مِنْ مَحطَّةِ تِلِيفِزْيُونِ عَلَى جَمِيعِ الْمَعْلُومَاتِ لـ ٣٠ صُورَةً جَدِيدَةً كُلَّ ثَانِيَةٍ يُمْكِنُ مَسْحُهَا عَلَى خُطُوطِ شَاشَةِ التِّلِيفِزْيُونِ (أعلى) . وَيُسَجِّلُ مُسَجِّلُ التَّرْئِيَةِ هَذِهِ الْمَعْلُومَاتِ ، وَيُخَزِّنُهَا فِى مَسَارَاتٍ قُطْرِيَّةٍ عَلَى شَرِيطِ تَسْجِيلٍ مَغْنَاطِيسِيٍّ (صفحة مقابلة) .

مُسَجِّلُ التَّرْئِيَةِ (VCR) هُوَ آلَةٌ تُسَجِّلُ إِشَارَاتِ التِّلِيفِزْيُونِ مَغْنَاطِيسِيًّا ، ثُمَّ تُعِيدُ عَرْضَهَا بِتَحْوِيلِ الْإِشَارَاتِ الْمَغْنَاطِيسِيَّةِ إِلَى إِشَارَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ . وَتُسَجِّلُ جُزْءَ الصَّوْتِ مِنَ الْبَرْنَامَجِ عَلَى مَسَارٍ وَاحِدٍ (مقابل ــ أرجوانى) ، وَتَحْجِزُ جُزْءًا أَوْسَعَ مِنَ الشَّرِيطِ لِلصُّوَرِ (مقابل ــ أحمر) . وَأَثْنَاءَ إِعَادَةِ الْعَرْضِ ، تَلْتَقِطُ الرُّءُوسُ الْإِشَارَاتِ الْمُخَزَّنَةَ فِى الشَّرِيطِ وَتُحَوِّلُهَا إِلَى اشَارَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ ، ثُمَّ تُرْسِلُهَا إِلَى جِهَازِ تِلِيفِزْيُونٍ .

وَيَحْمِلُ جُزْءُ الصُّورَةِ مِنَ الْبَرْنَامَجِ ٣٠ صُورَةً فِى الثَّانِيَةِ . وَيَسْتَخْدِمُ الْمُسَجِّلُ رَأْسَىْ فِيدْيُو لِتَسْجِيلِ هَذِهِ الْمَعْلُومَاتِ الْكَثِيرَةِ وَيُرَكَّبُ الرَّأْسَانِ دَاخِلَ الْفِيدْيُو فِى قُرْصِ الرُّءُوسِ (مقابل ــ دائرة زرقاء) ، الَّذِى يَدُورُ ٣٠ دَوْرَةً فِى الثَّانِيَةِ . وَمَعَ كُلِّ دَوْرَةٍ ، يُسَجِّلُ الرَّأْسَانِ عَلَى الشَّرِيطِ صُورَةً كَامِلَةً مِلْءَ شَاشَةِ التِّلِيفِزْيُونِ عِنْدَمَا يَمُرُّ الشَّرِيطُ أَمَامَ الْقُرْصِ . وَيَتِمُّ مَحْوُ الْإِشَارَاتِ السَّابِقِ تَسْجِيلُهَا عَلَى الشَّرِيطِ بِرَأْسٍ لِلْمَحْوِ قَبْلَ أَنْ يَصِلَ الشَّرِيطُ إِلَى رَأْسَىِ التَّسْجِيلِ . وَيُسَجِّلُ الرَّأْسَانِ إِشَارَاتٍ جَدِيدَةً بِإِعَادَةِ تَرْتِيبِ الْجُزَيْئَاتِ الْمَغْنَاطِيسِيَّةِ فِى شَرِيطِ التَّسْجِيلِ (مقابل أسفل) فِى أَشْكَالٍ جَدِيدَةٍ .

وَفِى نَفْسِ الْوَقْتِ ، يُسَجِّلُ جُزْءُ الصَّوْتِ مِنَ الْإِشَارَةِ بِرَأْسٍ مُسْتَقِلٍّ لِتَسْجِيلِ الصَّوْتِ يُوضَعُ بَعْدَ رَأْسٍ آخَرَ يَمْحُو الصَّوْتَ الْمُسَجَّلَ سَابِقًا .

http://www.ahlaltareekh.com/

مُسَجِّل الْفِيدْيُو

كَيْفَ تُسَجَّل الصُّورَة ؟

تُوضَعُ أُسْطُوانَةُ التَّسْجِيل مَائِلَةً لِيَتحرَّكَ الشَّرِيطُ عَلَيْهَا فِي اتِّجَاهٍ مَائِلٍ وَلِتَظْهَرَ الْمَسَارَاتُ الْمُسَجَّلَةُ فِي شَرَائِطَ مَائِلَةٍ عَبْرَ الشَّرِيط . وَهٰذِهِ الطَّرِيقَةُ تُمَكِّنُ مِنَ الْحُصُولِ عَلَى أَقْصَى مَا يُمْكِنُ مِنْ مَعْلُومَاتٍ مُسَجَّلَةٍ عَلَى كُلِّ بُوصَةٍ مِن الشَّرِيطِ .



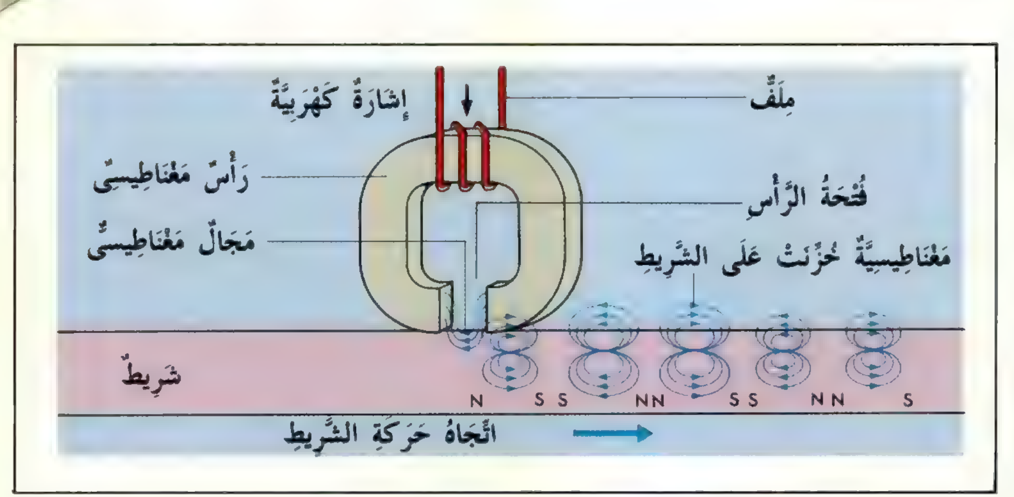
خط رفيع . يُسْقِطُ كُلُّ رَأْسٍ (يمين) صُورَةَ الْمَعْلُومَاتِ عَلَى مَسارٍ عَرْضُهُ ٥٨ مِيكْرُون فَقطْ (٠,٠٥٨ مم) أَيْ أَقَلَّ مِنْ عَرْضِ شَعْرَة . وَيَمِيلُ الرَّأْسَانِ بِزَاوِيَتَيْنِ مُخْتَلِفَتَيْنِ لِمَنْعِ التَّدَاخُلِ بَيْنَ الْمَسَارَاتِ .

الْمَسَارَاتُ الثَّلَاثَةُ عَلَى الشَّرِيطِ

تُسَجَّلُ إشَارَاتُ الصَّوْتِ عَلَى طُولِ أَحَدِ حَافَّتَي الشَّرِيطِ (بنفسجي) ، وَإشَارَاتُ الصُّورَةِ عَلَى الْجُزْءِ الأَوْسَطِ الْعَرِيضِ مِنَ الشَّرِيطِ (أحمر) . وَيَحْمِلُ مَسَارٌ ثَالِثٌ (أخضر) إشَارَاتِ التَّحكُّمِ الَّتِي تُسَاعِدُ رُءُوسَ الْفِيدْيُو عَلَى قِرَاءَةِ مَسَارَاتِ الصُّورَةِ بِالتَّرْتِيبِ الصَّحِيحِ أَثْنَاءَ إعَادَةِ الْعَرْضِ .

كَيْفَ يَعْمَلُ نِظَامُ التَّسْجِيلِ الْمَغْنَاطِيسِيّ

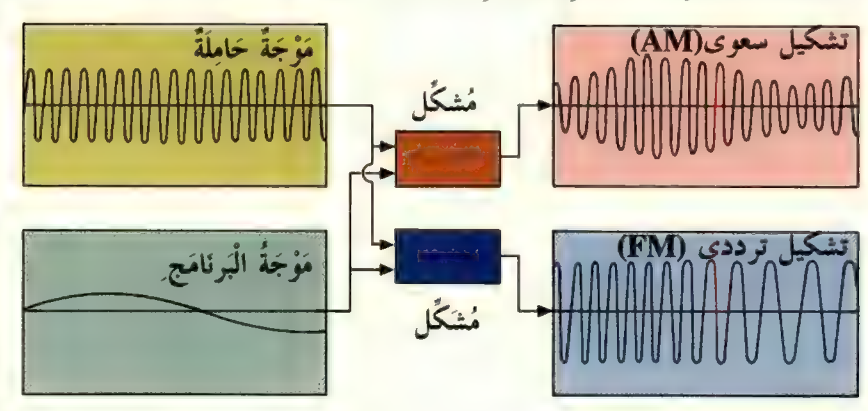
تَسْرِي الإشَارَاتُ الكَهْرَبِيَّةُ خِلَالَ الْمِلَفِّ دَاخِلَ رُءُوسِ التَّسْجِيل وَإعَادَةِ الْعَرْضِ ، فَتُوَلِّدُ مَجالًا مَغْنَاطِيسِيًّا مُتَغَيِّرًا فِي الْمَغْنَاطِيسِ الْكَهْرَبِيّ . وَعِنْدَمَا يَتحرَّكُ شَرِيطُ التَّسْجِيل أَمَامَ فُتْحَةِ الْمَغْنَاطِيسِ الْكَهْرَبِي ، فَإِنَّ الدَّقَائِقَ الْمَعْدِنِيَّةَ الدَّقِيقَةَ فِي الشَّرِيطِ تَتمغْنَطُ بِدَوْرِهَا بِوَاسِطَةِ النَّبضَاتِ الْمَغْنَاطِيسِيَّةِ ، فَتُشَفِّرُ شَكْلَ الإشَارَةِ الْكَهْرَبِيَّةِ عَلَى الشَّرِيطِ . وَيَظَلُّ التَّسْجِيلُ عَلَى الشَّرِيطِ حَتَّى تَمحوه إشَارَاتٌ مَغْنَاطِيسِيَّةٌ جَدِيدَةٌ .





كَيْفَ يَخْتَلِفُ تَشْكِيلُ السَّعَةِ (AM) عَنْ تَشْكِيلِ التَّرَدُّدِ (FM)

تُوَلِّد مَحطَّاتُ AM أو FM مَوْجَةً حَامِلَةً تُرْسَل عَلَيْهَا الْمَوْجَاتُ الْمُكَوِّنَةُ لِلْبَرْنَامجِ . وَلَكِنَّ الْمُرسِلَ فِي تَشْكِيلِ السَّعَةِ (AM) يَحْتَفِظُ بِتَردُّدِ الْمَوْجَةِ الحامِلَةِ ثَابِتًا وَيَتْرُكُ سَعَةَ إِشَارَاتِ الْبَرْنَامجِ لِتَقُومَ بِالتَّشْكِيلِ السَّعَوِيّ . أَمَّا فِي التَّشْكِيلِ التَّرَدُّدِي (FM) فَإِنَّهُ يَحْتَفِظُ بِالسَّعَةِ ثَابِتَةً ، وَلَكِنَّ التَّرَدُّدَ هُوَ الَّذِي يُشَكِّلُ تَرَدُّدَ الْمَوْجَة .





تَرْكِيبُ الْمِذْيَاع

وَحْدَةُ اسْتِخْلَاص التَّشْكِيلِ

إِشَارَاتٌ مُكَبَّرَةٌ

تَمُرُّ الْمَوْجَاتُ الْمُكَبَّرَةُ خِلَالَ وَحْدَةِ اسْتِخْلَاصِ التَّشْكِيلِ حَيْثُ تُفْصَلُ الْمَوْجَةُ الْحَامِلَةُ ، وَلَا يَمُرُّ إِلَّا إِشَارَةُ الْبَرْنَامجِ فَقَطْ .

إِشَارَةُ الْبَرْنَامجِ مُكَبَّرَةٌ

مُكَبِّرٌ (مُضَخِّمٌ)

إِشَارَةُ الْبَرْنَامجِ

اَلتَّحْوِيلُ إِلَى صَوْتٍ

فِي الْمِجْهَارِ ، تُكَوِّنُ الْإِشَارَاتُ الْكَهْرَبِيَّةُ الْمُشَكَّلَةُ مَجالًا مَغْنَاطِيسِيًّا تُسَبِّبُ تَغَيُّرَاتُهُ اهْتِزَازَ الْمِجْهَارِ ، فَيُعِيدُ تَوْلِيدَ مَوْجَاتِ الصَّوْتِ لِبَرْنَامجِ الْإِذَاعَةِ الْأَصْلِيِّ .

تَكْبِيرُ إِشَارَةِ الْبَرْنَامجِ

يُقَوِّى المكَبِّرُ الْقُدْرَةَ الكَهْرَبِيَّةَ الضَّعِيفَةَ لِإِشَارَةِ الْبَرْنَامجِ ، فَتُصْبِحُ قَوِيَّةً بِدَرَجَةٍ كَافِيَةٍ لِتَشْغِيلِ مِجْهَارِ الْمِذْيَاعِ لِيُنْتِجَ مَوْجَاتِ الصَّوْتِ .

الصَّوْتُ مِنَ الْمِذْياعِ؟

يُوجَدُ كُلُّ بَرْنامَجٍ إذَاعِيٍّ فِى الْبِدَايَةِ عَلَى شَكْلِ مَوْجَاتٍ صَوْتِيَّةٍ ــ أَشْكَالٌ اهْتِزَازِيَّةٌ فِى الْهَوَاءِ ــ تُحَوِّلُهَا الْمَيكْرُوفُونَاتُ إِلَى إِشَارَاتٍ كَهْرِبِيَّةٍ . وَتُذَاعُ هَذِهِ الْإِشَارَاتُ الْكَهْرَبِيَّةُ عَلَى شَكْلِ مَوْجَاتٍ كَهْرُومَغْنَاطِيسِيَّةٍ مِنْ قِمَّةِ الْهَوَائِىِّ الْمَعْدِنِىِّ الطَّوِيلِ أَعْلَى مَحَطَّةِ الْإِذَاعَةِ . وَتَنْتَقِلُ هَذِهِ الْمَوْجَاتُ غَيْرُ الْمَرْئِيَّةِ بِسُرْعَةِ الضَّوْءِ خِلَالَ الْهَوَاءِ والفضاء . وَمِثْلُ كُلِّ الْمَوْجَاتِ ، فَإِنَّ مَوْجَاتِ اللَّاسِلْكِى تُوصَفُ بِتَرَدُّدِهَا ــ وَهُوَ عَدَدُ الْمَرَّاتِ الَّتِى تَتَغَيَّرُ فِيهَا الْإِشَارَةُ مِنْ قُوَّةٍ إِلَى ضَعْفٍ وَبِالْعَكْسِ فِى ثَانِيَةٍ ــ وَبِسَعَتِهَا ــ أَىْ ارْتِفَاعُهَا . وَجَمِيعُ مَحطَّاتِ تَشْكِيلِ سعةِ الْمَوْجَةِ (AM) تَضَعُ إِشَارَاتِ بَرْنَامجِهَا عَلَى مَوْجَةٍ حَامِلَةٍ عِنْدَ تَرَدُّدٍ مُعَيَّنٍ . وَيَصِلُ إِلَى الْمِذْيَاعِ مَوْجَاتٌ لَاسِلْكِيَّةٌ عَدِيدَةٌ ، وَلَكِنَّ الْمُوَلِّفَ يَلْتَقِطُ تَرَدُّدًا حَامِلًا وَاحِدًا فِى الْمَرَّةِ الْوَاحِدَةِ . وَيَجِبُ تَقْوِيَةُ الْمَوْجَاتِ اللَّاسِلْكِيَّةِ الْكَهْرَبِيَّةِ والضَّعِيفَةِ الَّتِى اكْتَشَفَهَا الْهَوَائِىُّ وَذَلِكَ بِتَكْبِيرِهَا ، كَمَا يَجِبُ فَصْلُ الْمَوْجَةِ الْحَامِلَةِ عَنْ إِشَارَةِ الْبَرْنَامجِ . وَتَكُونُ الْمَوْجَاتُ الْمُتَبَقِّيَةُ فِى نَفْسِ نِطَاقِ التَّرَدُّدِ الصَّوْتِىِّ ، فَتُرْسَلُ إِلَى الْمِجْهَارِ الَّذِى يَهْتَزُّ لِيُنْتِجَ الصَّوْتَ .

اَلتَّوْلِيفُ (الرنين)

يَلْتَقِطُ هَوَائِىُّ الْمِذْيَاعِ مَوْجَاتِ الْإِذَاعَةِ اللَّاسِلْكِيَّةِ الْقَادِمَةَ مِنْ مَصَادِرَ مُتَعَدِّدَةٍ وَبِإِدَارَةِ قُرْصِ تَشْكِيلِ سَعَةِ الْمَوْجَةِ يَتِمُّ ضَبْطُ الْمُوَلِّفِ لِاسْتِقْبَالِ الْإِشَارَاتِ اللَّاسِلْكِيَّةِ الْخَاصَّةِ بِالتَّرَدُّدَاتِ الْحَامِلَةِ لمحطَّةٍ مُعَيَّنَةٍ فقط .

حَمْلُ إِشَارَةٍ

تُحْمَلُ الْإِشَارَاتُ الْمتَغَيِّرَةُ وَهِىَ إِشَارَاتُ الْبَرْنَامجِ عَلَى ظَهْرِ مَوْجَةٍ ثَابِتَةِ الشَّكْلِ هِىَ الْمَوْجَةُ الْحَامِلَةُ (أعلى) . وَتَمُرُّ هَذِهِ الْمَوْجَاتُ ــ مَعًا ــ خِلَالَ مُضَخِّمِ التَّرَدُّدِ الإِذَاعِىِّ حَيْثُ يَتِمُّ تَكْبِيرُهَا أَوْ جَعْلُهَا أَكْبَرَ سَعَةً .

لِمَاذَا يَكُونُ الصَّوْتُ النَّاتِجُ عَنِ (الأَقْرَاصِ الضَّوْئِيَّةِ) الْمُدْمَجَةِ بِهَذَا الْوُضُوحِ؟



مَقْطَعٌ عَرْضِيٌّ فِي قُرْصٍ مُدْمَجٍ . يُنْقَشُ فِي قُرْصِ الْبِلَاسْتِك حُفَرٌ عَلَى أَعْمَاقٍ مُخْتَلِفَةٍ . وَيُغَطَّى السَّطْحُ الْمَنْقُوشُ بِالْأَلُومُونْيُوم الَّذِي يَعْكِسُ ضَوْءَ اللِّيزَرِ .

التَّسْجِيلِ . تَحْفِرُ الشَّفْرَاتُ الثُّنَائِيَّةُ فِي قُرْصِ الْبِلَاسْتِك (أعلى) . وَالْحُفَرُ وَالْمَسَافَاتُ الْمُسَطَّحَةُ بَيْنَهَا تُمَثِّلُ سَلَاسِلَ من .

كَيْفَ يَقْرَأُ جِهَازُ تَشْغِيلِ الْقُرْصِ الْمُدمَجِ الْحُفَرَ ؟

الْقِرَاءَةُ مِنْ أَسْفَلَ . يَنْعَكِسُ شُعَاعُ اللِّيزَرِ الَّذِى يَصْدِمُ مَسَافَةً مُسَطَّحَةً (يسار) . وَلَكِنَّهُ إِذَا اصْطَدَمَ بِحُفْرَةٍ (تَظْهَرُ مِنْ أَسْفَلَ كَأَنَّهَا بُرُوزٌ) فَإِنَّ الضَّوْءَ يَتَشَتَّتُ ، وَيَبْعَثُ الْكَاشِفُ الضَّوْئِيُّ إِشَارَاتٍ بِالْفَرْقِ .

يَسْتَطِيعُ قُرصٌ مُدمَجٌ أَنْ يُسَجِّلَ مَدًى أَوْسَعَ مِنَ الْأَصْوَاتِ أَكْثَرَ مِنْ تَسْجِيلِ الْحَاكِي وَدُونَ أَيِّ تَشَوُّهَاتٍ . وَمَسَارَاتُهُ الْحَلَزُونِيَّةُ الْمُحْكَمَةُ تَعْكِسُ الضَّوْءَ بِأَلْوَانِ الطَّيْفِ (مقابل) . وَأَحَدُ أَسْبَابِ جَوْدَةِ الْقُرْصِ المدمج (CD) هُوَ أَنَّ سَطْحَ التَّسْجِيلِ تَحْمِيهِ طَبَقَةٌ مِنَ الْبِلَاسْتِك . وَيخْتَلِفُ عَنْ تَسْجِيلِ الْحَاكِي فِي أَنَّ الْقُرصَ لَاتَلْمِسُهُ أَيُّ إِبْرَةٍ مُطْلَقًا وَلَا يُمْكِنُ خَدْشُهُ . وَبدَلًا مِنْ ذَلِك فَإِنَّهُ يَتِمُّ قِرَاءَتُهُ بِوَاسِطَةِ شُعَاعِ لِيزَرٍ شَدِيدِ التَّرْكِيزِ . وَلِيَتِمَّ التَّسْجِيلُ عَلَى قُرْصٍ مُدْمجٍ ، فَإِنَّ الْأَصْوَاتَ يَجِبُ تَحْوِيلُهَا أَوَّلًا مِنْ شَكْلِهَا الْمَوْجِيِّ الْقِيَاسِيِّ إِلَى الْمعَادِلِ الرَّقْمِيِّ (تحت — وسط) حَتَّى يُمْكِنَ تَمْثِيلُهَا بِالشِّفْرَةِ الثُّنَائِيَّةِ . وَهَذِهِ الشِّفْرَةُ الْمُتَتَابِعَةُ مِنْ رَقَمَيْ « ٠ ، ١ » تُصْبِحُ أَشْكَالًا مِنَ الْحُفَرِ الدَّقِيقَةِ الْمَنْقُوشَةِ عَلَى قُرْصٍ مِنَ الْبِلَاسْتِك . وَيُغطَّى الْقُرْصُ بِطَبَقَةٍ رَقِيقَةٍ مِنَ الْأَلُومُونْيُوم تَعْكِسُ الضَّوْءَ . وَعِنْدَمَا يَتِمُّ مَسْحُهَا مِنْ أَسْفَلَ بِشُعَاعِ لِيزَرٍ مِنْ خِلَالِ غِطَائِهَا الْبِلَاسْتِيكِيِّ ، فَإِنَّ الْحُفَرَ تُبَعْثِرُ الضَّوْءَ الَّذِى يَصْدِمُهَا . وَمَسَارُ التَّسْجِيلِ عَلَى الْقُرْصِ الْمضْغُوطِ يَبْدَأُ قُرْبَ الْوَسَطِ وَيَتَّجِهُ إِلَى الْحَافَةِ فِي مَسَارٍ حَلَزُونِيٍّ مُحْكَمٍ يَصِلُ إِلَى ٤٠٠٠٠ مَسَارٍ فِي السَّنْتِيمِتر . وَيَقِلُّ عَرْضُ الْمَسَارِ عَنْ سُمْكِ شَعْرَةٍ وَيَصِلُ طُولُهُ إِلَى عِدَّةِ أَمْيَالٍ . وَأَثْنَاءَ إِذَاعَةِ التَّسْجِيلِ ، يَدُورُ الْقُرْصُ بِسُرْعَةِ ٥٠٠ دَوْرَةٍ فِي الدَّقِيقَةِ .

تَحْوِيلٌ مِنْ قِيَاسِيٍّ إِلَى رَقْمِيٍّ

مَوْجَةُ الصَّوْتِ

قَاسَتْ مُعَدَّةُ تَسْجِيلِ الْقُرْصِ الْمدْمجِ شَكْلَ مَوْجَةِ الصَّوْتِ الْقِيَاسِيِّ (التناظرى) وَحَدَّدَتْهُ ٤٤١٠٠ مَرَّةٍ فِي الثَّانِيَةِ .

تُعْطِى سَعَةُ كُلِّ مَوْجَةٍ أَوِ ارْتِفَاعُهَا قِمَّةً رَقْمِيَّةً ، هِىَ وَاحِدٌ مِنْ عَشَرَةِ آلَافٍ مِنَ الْمُسْتَوَيَاتِ الْممْكِنَةِ .

وَيُحَوَّلُ كُلُّ مُسْتَوًى إِلَى عَدَدٍ ثُنَائِيٍّ مِنْ ١٦ رَقْمًا .

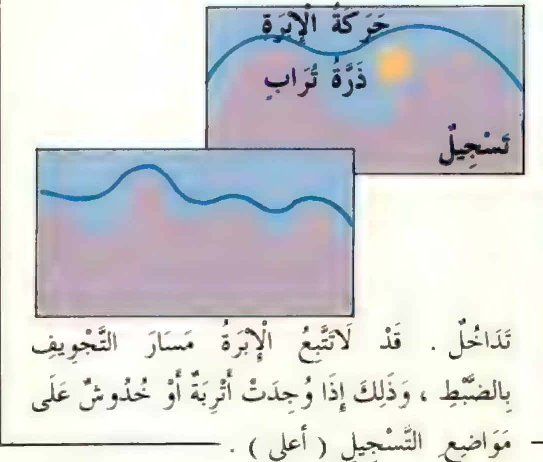
كَيْفَ تَعْمَلُ تَسْجِيلَاتُ الْحَاكِي

اَلتَّسْجِيلُ . تَهْتَزُّ إِبْرَةٌ بِتَأْثِيرِ مَوْجَاتِ الصَّوْتِ ، فَتَحْفِرُ تَجَاوِيفَ فِي الْأُسْطُوَانَةِ الْأَصْلِيَّةِ .



إِذَاعَةُ التَّسْجِيلِ . عِنْدَ تَشْغِيلِ الْمُسَجِّلِ تَتَحَرَّكُ إِبْرَةٌ فِي التَّجَاوِيفِ فَتَهْتَزُّ بِتَأْثِيرِ الْمَحْفُورِ مسبقًا ، وَتُنْتِجُ مَوْجَاتٍ صَوْتِيَّةً .





تَدَاخُلٌ . قَدْ لَاتَتَبَّعُ الْإِبْرَةُ مَسَارَ التَّجْوِيفِ بِالضَّبْطِ ، وَذَلِكَ إِذَا وُجِدَتْ أَتْرِبَةٌ أَوْ خُدُوشٌ عَلَى مَوَاضِعِ التَّسْجِيلِ (أعلى) .



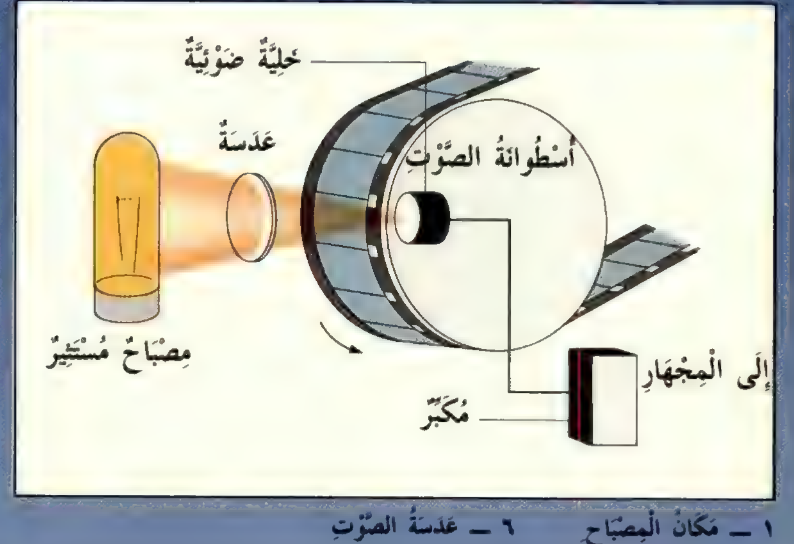
كَيْفَ تَضْبِطُ أَجْهِزَةُ الْعَرْضِ السِّينَمائِيَّةُ الصَّوْتَ مَعَ الصُّورَةِ؟

يَعْمَلُ جِهازُ الْعَرْضِ السِّينَمائِيّ بِاخْتِرَاقِ الضَّوْءِ لِلصُّوَرِ عَلَى الْفِيلمِ ــ أسْفَل ــ ثُمَّ يَمُرُّ خِلالَ عَدَسَةٍ تُرَكِّزُ الصُّوَرَ عَلَى شَاشَةٍ . وَيَتَحرَّكُ الْفِيلمُ صُورَةً بَعْدَ أُخْرَى بِوَاسِطَةِ تُرُوسٍ مُسَنَّنَةٍ بِمُعَدَّلِ ٢٤ صُورَةً فِي الثَّانِيَةِ . وَفِي نَفْسِ الْوَقْتِ ، يَسْمَحُ غالِقٌ دوَّارٌ أَمَامَ الْعَدسَةِ لِلضَّوْءِ بِالْمُرُورِ مَرَّتَيْنِ خِلالَ كُلِّ صُورَةٍ وَيُمْنَعُ الضَّوْءُ بِمُجَرَّدِ تَحَرُّكِ الصُّورَةِ التَّالِيَةِ أَمَامَ الْعَدَسَةِ (مقابل أعلى) . وَيُسَجَّلُ صَوْتُ كُلِّ صُورَةٍ عَلَى طُولِ إحْدَى حافَّتَي الْفِيلمِ ، وعَلَى بُعْدِ عِدَّةِ صُوَرٍ مِنْهَا . وَعِنْدَ عَرْضِ أَيِّ صُورَةٍ ، تَتِمُّ قِرَاءَةُ الصَّوْتِ الْمُطَابِقِ لَهَا بِوَاسِطَةِ قُرْصِ الصَّوْتِ عَلَى بُعْدِ سَنْتيمِتْرَاتٍ قَلِيلَةٍ . وَهكَذَا يَتَطَابَقُ صَوْتُ الْمُتَحَدِّثِ دَائِمًا مَعَ الْحَدَثِ الْمَرئِيِّ عَلَى الشَّاشَةِ .

تَرْكِيبُ جِهَازِ عَرْضٍ سِينَمَائِيٍّ

دَاخِلَ أُسْطُوَانَةِ الصَّوْتِ

يُمْكِنُ تَحْوِيلُ الصَّوْتِ المصَاحِبِ لِعَرْضٍ سِينَمائِيٍّ إلَى نَبضَاتٍ ضَوْئِيَّةٍ يَتِمُّ تَسْجِيلُهَا عَلَى الْفِيلمِ . وَفِي أُسْطُوَانَةِ الصَّوْتِ بِجِهَازِ الْعَرْضِ (أسفل) ، يُرَكَّزُ الضَّوْءُ الْمُنْبَعِثُ مِنْ مِصبَاحٍ مُسْتَثِيرٍ خِلالَ عَدَسَةٍ ثُمَّ يَمُرُّ خِلَالَ مَسَارِ الصَّوْتِ لِيَسْقُطَ عَلَى خَلِيَّةٍ ضَوْئِيَّةٍ تُعِيدُ تَحْوِيلَ هَذِهِ النَّبَضَاتِ إلَى إشَارَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ . وتُكَبَّرُ هَذِهِ الْإشَارَاتُ وَتُرْسَلُ إلَى الْمِجْهَارِ . وَيُمكِنُ تَسْجِيلُ صَوْتِ الْفِيلمِ أَيْضًا بِطَرِيقَةٍ مَغْنَاطِيسِيَّةٍ .



١ ــ مَكَانُ الْمِصْبَاحِ
٢ ــ أَسِنَّةٌ
٣ ــ فُتْحَةُ الْعَرْضِ
٤ ــ عَدَسَةُ الْعَرْضِ
٥ ــ ذِرَاعُ التَّبْدِيلِ .
٦ ــ عَدَسَةُ الصَّوْتِ
٧ ــ مِصْبَاحٌ مُسْتَثِيرٌ
٨ ــ رَأْسُ التَّسْجِيلِ وَالْعَرْضِ الْمَغْنَاطِيسِيُّ
٩ ــ أُسْطُوَانَةُ الصَّوْتِ .



يَسْمَحُ الْغَالِقُ الدَّوَّارُ ذُو الْعَارِضَتَيْنِ بِمُرُورِ نَبْضَتَيْنِ مِن الضَّوْءِ خِلَالَ كُلِّ صُورَةٍ بِالْفِيلم أَثْنَاءَ دَوَرَانِهِ أَمَامَ فُتْحَةِ جِهَازِ الْعَرْضِ (رقم ١ — ٣) وَتَحْجِزُ الْعَارِضَةُ الضَّوْءَ أَيْضًا (رقم ٤) أَثْنَاءَ تَحَرُّكِ الْفِيلم لِوَضْعِ الصُّورَةِ التَّالِيَةِ أَمَامَ الْفُتْحَةِ (رقم ٥) . ويَتَحَرَّكُ الْفِيلمُ بِمُعَدَّلِ ٢٤ صُورَةً فِى الثَّانِيَةِ ، وَلَكِنَّ الْعَيْنَ الْبَشَرِيَّةَ لا تُلَاحِظُ أَىَّ وَمْضَاتٍ لِأَنَّ الشَّاشَةَ تُضَاءُ ٤٨ مَرَّةً فِى الثَّانِيَةِ .

إِمْرَارُ الضَّوْءِ خِلَالَ الْفِيلم

يَمُرُّ الضَّوْءُ السَّاقِطُ مِن مِصْبَاحِ الْعَرْضِ خِلَالَ الْفِيلمِ إِلَى فُتْحَةِ حَدَقَةِ الْعَرْضِ ثُمَّ الْعَدَسَةِ ثُمَّ خِلَالَ الْفَرَاغَاتِ الَّتِى يَسْمَحُ بِهَا الْغَالِقُ الْمُتَحَرِّكُ الَّذِى يَكُونُ مَفْتُوحًا فَقَطْ عِنْدَمَا تَكُونُ الصُّورَةُ فِى مَوْضِعِ الرُّؤْيَةِ .

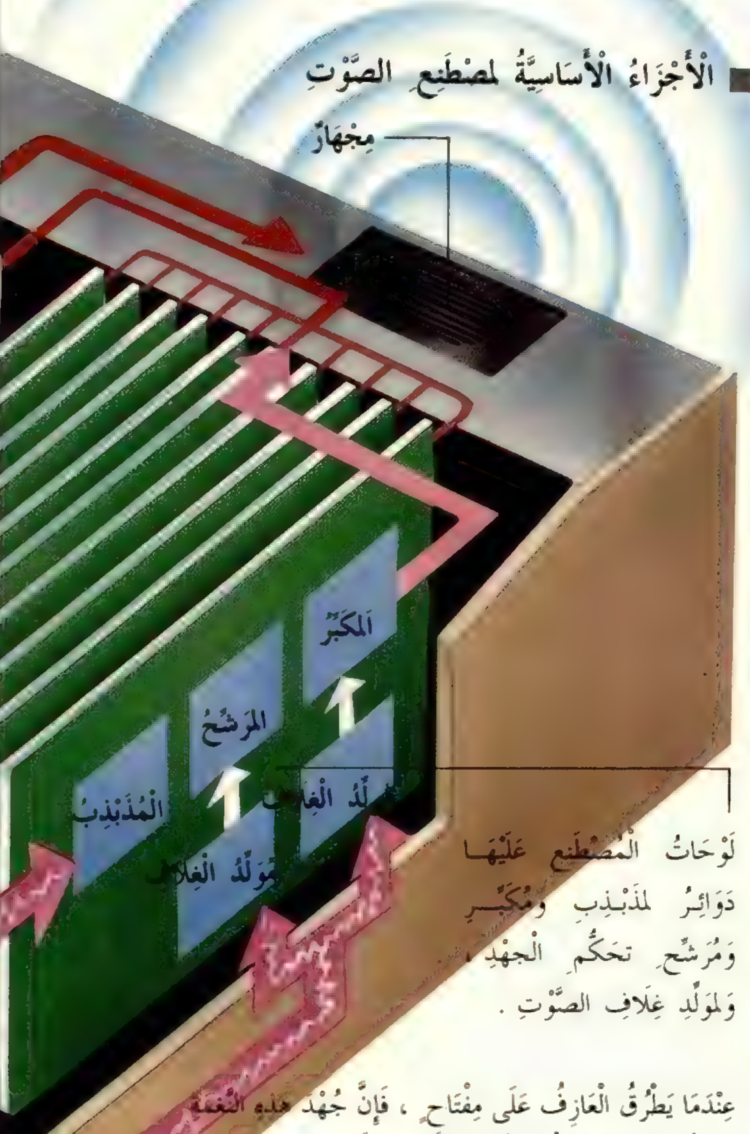
حَرَكَةُ الْفِيلم

يُضْبَطُ ارْتِخَاءٌ قَلِيلٌ فِى الْفِيلمِ فَوْقَ وَتَحْتَ فُتْحَةِ حَدَقَةِ الْعَرْضِ بِحَيْثُ يَتَطَابَقُ الصَّوْتُ الصَّادِرُ مِن قُرْصِ الصَّوْتِ مَعَ الصُّورَةِ عَلَى الشَّاشَةِ ..

مَا هُوَ مُصْطَنِعُ الصَّوْتِ ؟

يَسْتَخْدِمُ مُصْطَنِعُ الصَّوْتِ تِكْنُولُوجْيَا الْحاسِبِ الْآلِّيِّ لِتَقْلِيدِ الْآلَاتِ الْمُوسِيقِيَّةِ بِالتَّحَكُّمِ فِي نَوْعِيَّةِ الْأَصْوَاتِ الَّتِي يُنْتِجُها . فَكُلُّ صَوْتٍ لَهُ دَرَجَةٌ وَنَوْعٌ وَشِدَّةٌ . وَتَتَوَقَّفُ الدَّرَجَةُ عَلَى تَرَدُّدِ الصَّوْتِ فِي الْمَوْجَاتِ كُلَّ ثَانِيَةٍ . وَيَتَوَقَّفُ النَّوْعُ عَلَى شَكْلِ الْمَوْجَةِ . وَتَتَوَقَّفُ الشِّدَّةُ عَلَى السَّعَةِ : فَالْأَصْوَاتُ الْمُرْتَفِعَةُ لَهَا سَعَاتُ مَوْجَاتٍ أَعْلَى . وَهُنَاكَ صِفَةٌ أُخْرَى لِلصَّوْتِ تُسَمَّى غِلَافَهُ ، وَهِيَ تُحَدِّدُ كَيْفَ يَتَغَيَّرُ الصَّوْتُ أَثْنَاءَ اسْتِمْرَارِهِ . مَا هِيَ سُرْعَةُ تَزَايُدِهِ عِنْدَ حُدُوثِهِ ، وما هِيَ سُرْعَةُ زَوَالِهِ ؟ وَكُلُّ نَوْعٍ مِنَ الْأَصْوَاتِ لَهُ غِلَافٌ مُتَمَيِّزٌ . وَيُوَلِّدُ الْمُصْطَنِعُ الْأَصْوَاتَ بِأَنْوَاعٍ مُخْتَلِفَةٍ مِنْ تَحَكُّمِ الْجُهْدِ (VC) فَالْمِفْتَاحُ الَّذِى يَتِمُّ الطَّرْقُ عَلَيْهِ يُخْبِرُ مُذَبْذِبَ بِتَحَكُّمِ الْجُهْدِ (VCO) لِيَبْعَثَ جُهْدًا عِنْدَ تَرَدُّدٍ مُعَيَّنٍ . وَيُغَيِّرُ مُرَشِّحُ تَحَكُّمِ الْجهدِ (VCF) شَكْلَ الْمَوْجَةِ ، وَيَضْبِطُ مُكَبِّرُ تَحَكُّمِ الْجُهْدِ (VCA) مُتَوَسِّطَ الشِّدَّةِ ، أَمَّا مُوَلِّدُ الْغِلَافِ (EG) فَيَصْنَعُ تَغَيُّرَاتٍ مُعَقَّدَةً فِى شِدَّةِ الصَّوْتِ فِى الْمَدَى الْقَصِيرِ .

■ الْأَجْزَاءُ الْأَسَاسِيَّةُ لمصْطَنِعِ الصَّوْتِ



لَوْحَاتُ الْمُصْطَنِعِ عَلَيْهَا دَوَائِرُ لِمذَبْذِبٍ وَمُكَبِّرٍ وَمُرَشِّحِ تحكُّمِ الْجهْدِ ، وَلِمولِّدِ غِلافِ الصَّوْتِ .

عِنْدَمَا يَطْرُقُ الْعَازِفُ عَلَى مِفْتَاحٍ ، فَإِنَّ جُهْدَ هذهِ النَّغمةِ يُدْخِلُ مُذَبْذِبَ تحكُّمِ الْجُهْدِ الَّذِى يُوَلِّدُ إِشَارَاتٍ لِمصْدَرِ صَوْتٍ مِنْ نَغمَةٍ أَساسِيَّةٍ ونغَماتِهَا التَّوافُقيَّةِ . وَيُعيدُ مُرَشِّحُ تَحكُّمِ الْجُهْدِ تَشْكِيلَ شَكْلِ الْمَوْجَةِ بِاسْتِبْعادِ المكوِّنَاتِ غَيْرِ اللَّازِمَةِ مِن الْإِشَارَةِ ، ثُمَّ يُرْسِلُهَا إِلَى مُكَبِّرِ تَحَكُّمِ الْجهدِ لِيُكَبِّرَهَا . وَأَثْنَاءَ حُدُوثِ الصَّوْتِ يَتَغَيَّرُ شَكْلُ الْمَوْجَةِ وَشِدَّةُ الصَّوْتِ بِمُرُورِ الْوَقْتِ طِبْقًا لِطَرِيقَةِ الطَّرْقِ عَلَى الْمِفْتَاحِ ولِطَرِيقَةِ ضَبْطِ مُوَلِّدِ الْغِلَافِ .

مُذَبْذِبٌ بِتَحَكُّمِ الْجُهْدِ (VCO)

تَتَوَقَّفُ دَرَجَةُ الصَّوْتِ عَلَى تَرَدُّدِ الْمَوْجَةِ . وَيُوَلِّدُ الْمذَبْذِبُ أَصْوَاتًا مُخْتَلِفَةَ التَّرَدُّدِ .

الدَّرَجَةُ الْأَعْلَى هِيَ الْعُلْيَا .

مُرَشِّحُ تَحَكُّمِ الْجُهْدِ (VCF)

تُعْطِى الْأَشْكَالُ الْمُخْتَلِفَةُ لِلْمَوْجَاتِ الصَّوْتَ نَوْعَهُ الْمتَمَيِّزَ . وَيتحَكَّمُ الْمُرَشِّحُ فِي نَوْعِ الصَّوْتِ بِتَغْيِيرِ أَشْكَالِ الْمَوْجَاتِ ، فَتجعَلُ الْأَصْوَاتَ مُشَابِهَةً لِلنَّغَمَاتِ الصَّادِرَةِ مِنْ آلَةٍ مُوسِيقِيَّةٍ .

تُؤَثِّرُ أَشْكَالُ الْموجَاتِ عَلَى النَّوْعِ .

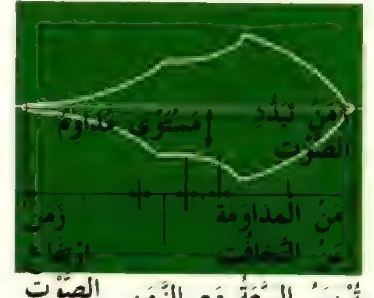
مُكَبِّرُ تحكُّمِ الْجُهْدِ (VCA)

تَتَوَقَّفُ شِدَّةُ الصَّوْتِ عَلَى ارْتِفاعِ الْمَوْجَةِ الَّتِي يُغَيِّرُهَا المكَبِّرُ ، وَهِيَ تَتَنَاسَبُ مَعَ قُوَّةِ الطَّرْقِ عَلَى الْمفَاتِيحِ .

الصَّوْتُ الْمُرْتفِعُ هُوَ الْعُلْوِيُّ .

مُوَلِّدُ الغلافِ

يُؤَثِّرُ مُوَلِّدُ غِلَافِ الصَّوْتِ عَلَى مُرَشِّحِ تَحَكُّمِ الْجُهْدِ وَمُكَبِّرِ تَحَكُّمِ الْجُهْدِ لِيُحْدِثَ سِلْسِلَةً مِنَ التَّغَيُّرَاتِ فِى شِدَّةِ الصَّوْتِ بَيْنَما يَرْتَفِعُ الصَّوْتُ بِسُرْعَةٍ ثُمَّ يَسْتَقِرُّ عِنْدَ مُسْتَوًى مُدَاوِمٍ ثُمَّ يَتَضاءَلُ .



تُرْسَمُ السَّعَةُ مَعَ الزَّمَنِ



هَذَا الْمُصْطَنَعُ لَهُ لَوْحَةُ مَفَاتِيحَ حَمَاسِيَّةِ الْجَوَابِ .

كَيْفَ تُصْنَعُ الصُّوَرُ الْفُوتُوغْرافِيَةُ الْفَوْرِيَّةُ الْمُلَوَّنَة ؟

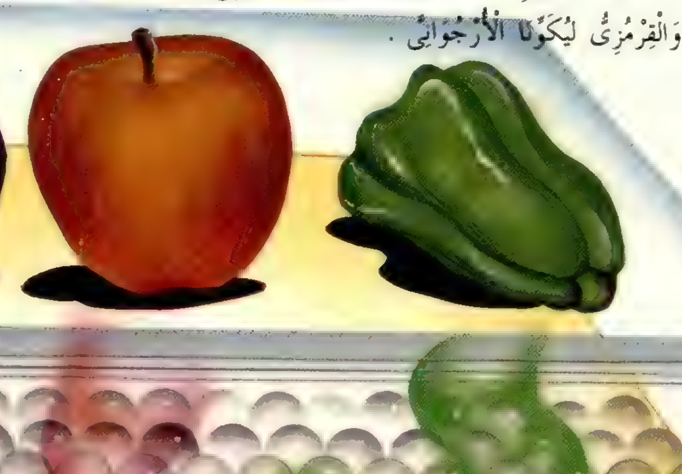
لَوْحُ الْفِيلم الْفَوْرِىّ عِبارَةٌ عَنْ شَطِيرَةٍ مِنْ تِسْعِ طَبَقاتٍ مِنَ الْكِيماوِيَّاتِ بَيْنَ طَبَقَةٍ سُفْلِيَّةٍ سَوْداءَ مُعْتِمَةٍ وَسَطْحٍ شَفَّافٍ (مقابل) . وَبِداخِلِهَا مَظْرُوفٌ مِنْ سَائِلِ التَّحْمِيضِ بِالْإِضافَةِ إِلَى ثَلاثِ طَبَقاتٍ مِنْ مُسْتَحْلَباتٍ حَسَّاسَةٍ لِلضَّوْءِ : أَحَدُها لِامْتِصاصِ الضَّوْءِ الْأَزْرَقِ ، وَالثَّانِيَةُ لِلْأَخْضَرِ ، وَالثَّالِثَةُ لِلْأَحْمَرِ . وَكُلٌّ مِنْ هَذِهِ الطَّبَقاتِ يُصاحِبُها طَبَقَةٌ مِنَ الْجِيلاتِينِ المصْبُوغِ بِلَوْنِها المتَمِّم .

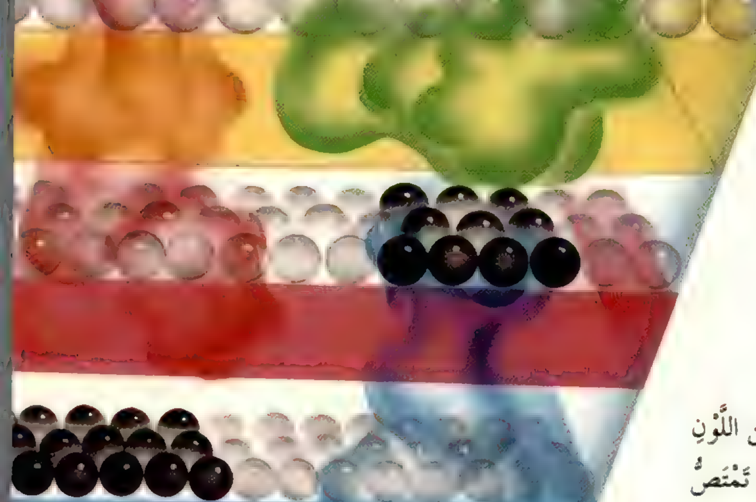
وَعِنْدَما يُعَرَّضُ الْفِيلمُ لِلضَّوْءِ ، فَإِنَّ كُلًّا مِنْ هَذِهِ الطَّبَقاتِ الثَّلاثِ تَمْتَصُّ لَوْنَها الْمُمَيَّزَ فَقَطْ مِنَ الضَّوْءِ . ثُمَّ يُدْفَعُ الْفِيلْمُ بَعْدَ تَعْرِيضِهِ لِلضَّوْءِ مباشَرَةً خِلالَ بَكَراتٍ إِلَى خارِجِ الْكَامِيرا . وَيُسَبِّبُ ضَغْطُ الْبَكَرَةِ انْفِجارَ مَظْرُوفِ الْمُظْهِرِ الْمُغْلَقِ فَيَسِيلُ الْمُظْهِرُ عَلَى الطَّبَقاتِ الحسَّاسَةِ لِلضَّوْءِ . وَتَتَحَوَّلُ مُرَكَّباتُ الْفِضَّةِ فِي الْأَماكِنِ الَّتِي امْتَصَّتِ الضَّوْءَ فِي الطَّبَقاتِ الْحَسَّاسَةِ إِلَى بَلُّوراتٍ مِنَ الْفِضَّةِ وَذَلِكَ بِواسِطَةِ الْمُظْهِرِ . وَهَذِهِ الْبَلُّوراتُ تَمْنَعُ (تحذف) تَحَرُّرَ الصِّبْغَةِ فِي هَذِهِ الطَّبَقَةِ . وَالصِّبْغاتُ الَّتِي لَمْ تَتَعَرَّضْ لِلضَّوْءِ هِيَ الْأَلْوانُ الَّتِي تُناسِبُ لَوْنَ الضَّوْءِ الَّذِي تَعَرَّضَ لِهَذِهِ الْمِساحَةِ ، فَتَنْتَقِلُ إِلَى الطَّبَقَةِ الْعُلْوِيَّةِ مِنَ الْفِيلمِ مُكَوِّنَةً الصُّورَةَ .



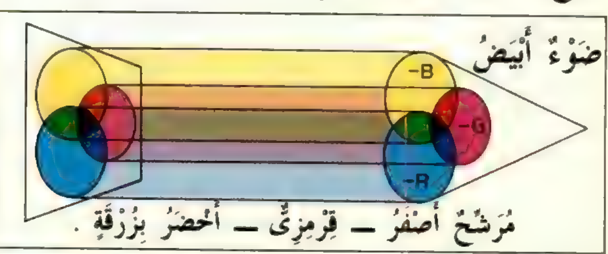
٤ الصُّورَةُ النِّهائِيَّةُ . وتَتَكَوَّنُ الصُّورَةُ بَعْدَ دَقِيقَةٍ مِنِ الْتِقاطِها ، عِنْدَما تَتِمُّ الْعَمَلِيَّةُ الْكِيمِيائِيَّةُ .

٣ هِجْرَةُ الْأَلْوانِ. عِنْدَما يَصْدِمُ الضَّوْءُ الطَّبَقَةَ الْحَسَّاسَةَ لِلْأَخْضَرِ (أسفل) ، فَإِنَّ الْمُظْهِرَ يُكَوِّنُ طَبَقَةً مِنَ الفِضَّةِ ، وَتُحذَفُ الصِّبْغَةُ الْأُرْجُوانِيَّةُ . وَلكِنَّ الصِّبْغاتِ الصَّفْراءَ وَالْخَضْراءَ بِزُرْقَةٍ تَرْتَفِعُ فِي مِساحَةِ صُورَةِ الْفِيلمِ وَتَمْتَزِجُ لِتُكَوِّنَ اللَّوْنَ الْأَخْضَرَ . وَيَمْتَزِجُ الْأَصْفَرُ وَالْقِرْمِزِىُّ لِيُكَوِّنا الْأَحْمَرَ ، وَيَمتَزِجُ الْأَخْضَرُ بِزُرْقَةٍ وَالقِرْمِزِىُّ لِيُكَوِّنا الْأُرْجُوانِىَّ .





طَرْحُ الْأَلْوانِ مِنَ الضَّوْءِ



يَتَرَكَّبُ الضَّوْءُ الْأَبْيَضُ مِنْ جَمِيعِ أَلْوانِ الطَّيْفِ . وَطَرْحُ أَوْ حَذْفُ لَوْنٍ مِنَ اللَّوْنِ الْأَبْيَضِ يُظْهِرُ بَاقِى الْأَلْوانِ . وَبِهَذِهِ الطَّرِيقَةِ فَإِنَّ المَرَشِّحاتِ الصَّفْراءَ تَمْتَصُّ الْأَزْرَقَ ، وَالمَرَشِّحاتُ الْقِرْمِزِيَّةُ تَمْتَصُّ الْأَخْضَرَ ، وَالمَرَشِّحاتُ الْخَضْراءُ بِزُرْقَةٍ تَمْتَصُّ الْأَحْمَرَ . وَيُمْكِنُ تَكْوِينُ أَىِّ لَوْنٍ ، بِمَزْجِها بِالنِّسَبِ الْمَضْبُوطَةِ . وَعِنْدَما تَتَداخَلُ هَذِهِ المَرَشِّحاتُ الثَّلاثَةُ مَعًا تَطْرَحُ جَمِيعَ الْأَلْوانِ ، وَيَنْتُجُ اللَّوْنُ الْأَسْوَدُ .

■ تَكْوِينُ صُوَرٍ فَوْرِيَّةٍ



● اسْتِقْطَابٌ بَصَرِيٌّ

تُشْبِهُ الْعَدَسَةُ فِي الْكَامِيرَا الْفَوْرِيَّةِ الْعَدَسَةَ فِي أَيِّ كَامِيرَا ، فَكُلٌّ مِنْهُمَا يُكَوِّنُ صُورَةً مَقْلُوبَةً لِلْجِسْمِ . وَتَقُومُ مِرْآةٌ فِي نِهَايَةِ الْكَامِيرَا بِعَكْسِ الصُّورَةِ عَلَى الْفِيلْمِ (يمين) . وَكُلُّ لَوْنٍ مِن ضَوْءِ الصُّورَةِ يَخْتَرِقُ طَبَقَاتِ الْفِيلْمِ إِلَى عُمْقٍ مُخْتَلِفٍ (أسفل) .

١ ـ التَّعْرِيضُ . يَصْدِمُ الضَّوْءُ الصَّادِرُ مِن الْجِسْمِ بَلُّورَاتِ الْفِضَّةِ فِي الْمُسْتَحْلِبَاتِ الثَّلَاثَةِ الْحَسَّاسَةِ .

٢ ـ الْإِظْهَارُ . عِنْدَمَا يُغْلَقُ الْغَالِقُ ، فَإِنَّ الْمُحَرِّكَ يَدْفَعُ الْفِيلْمَ بَيْنَ بَكَرَتَيْنِ . وَيَنْضَغِطُ الْمُظْهِرُ الْمَوْجُودُ فِي الْفِيلْمِ فَوْقَ مِسَاحَةِ الصُّورَةِ وَتَبْدَأُ الصِّبْغَاتُ الْمُتَحَرِّرَةُ عَمَلَهَا إِلَّا فِي مَنَاطِقِ مُرَكَّبَاتِ الْفِضَّةِ الَّتِي تَأَثَّرَتْ بِالضَّوْءِ .

الْتِقَاطُ صُورَةٍ

التَّرْكِيزُ . عِنْدَمَا يُرَكِّزُ الْمُصَوِّرُ لِوَضْعِ الْجِسْمِ فِي الْبُؤْرَةِ ، فَإِنَّ الْمِرْآةَ الْمُسْتَوِيَةَ عَاكِسَةَ السَّطْحَيْنِ تَعْكِسُ الضَّوْءَ إِلَى مُعَيِّنِ الْمَنْظَرِ .

التَّعْرِيضُ . عِنْدَمَا يُفْتَحُ الْغَالِقُ ، فَإِنَّ الْمِرْآةَ ذَاتَ السَّطْحَيْنِ تَنْقَلِبُ فَتُعَرِّضُ الْفِيلْمَ لِلضَّوْءِ .

الْإِخْرَاجُ . وَبَيْنَمَا تُخْرِجُ الْبَكَرَاتُ الْفِيلْمَ ، فَإِنَّ مِرْآةَ مُعَيِّنِ الْمَنْظَرِ تَسْقُطُ إِلَى مَكَانِهَا ثَانِيَةً .

كَيْفَ تُكَبِّرُ الْمَنَاظِيرُ ثُنَائِيَّةُ الْعَيْنِيَّةِ الْأَجْسَامَ؟

تُعْتَبَرُ الْمَنَاظِيرُ ثُنَائِيَّةُ الْعَيْنِيَّةِ أَوْسَعَ الْأَجْهِزَةِ الْبَصَرِيَّةِ انْتِشَارًا بَعْدَ الْكَامِيرَاتِ ، فَهِيَ تَزِيدُ مُتْعَةَ مُشَاهَدَةِ الْمُبَارَيَاتِ الرِّيَاضِيَّةِ وَالْفِرَقِ الْمُوسِيقِيَّةِ بِإِظْهَارِ مَزِيدٍ مِنَ التَّفَاصِيلِ . وَيُعْطِي هَذَا الْمِنْظَارُ الْمُزْدَوَجُ دَرَجَةً مِنْ عُمْقِ الْإِدْرَاكِ لَا يُوَفِّرُهَا التِّلِسْكُوبُ أُحَادِيُّ الْعَيْنِيَّةِ . وَأَكْثَرُ التَّصْمِيمَاتِ اسْتِعْمَالًا تَعْتَمِدُ عَلَى الْعَدَسَاتِ الْمُحَدَّبَةِ (أسفل يسار) . وَلِأَنَّ الْعَدَسَةَ الْمُحَدَّبَةَ تَقْلِبُ وَضْعَ الصُّورَةِ ــ الْعُلْوِيَّ إِلَى أَسْفَلَ ، وَالْأَيْسَرَ إِلَى الْيَمِينِ ــ فَإِنَّهُ يَتِمُّ اسْتِخْدَامُ مَجْمُوعَةٍ مِنَ الْمَنْشُورَاتِ لِتَصْحِيحِ الِانْقِلَابِ . فَبِمُرُورِ الضَّوْءِ خِلَالَ هَذِهِ الْمَنْشُورَاتِ فَإِنَّهُ يَنْعَكِسُ أَرْبَعَ مَرَّاتٍ عِنْدَ مُرُورِهِ مِنَ الْعَدَسَةِ الشَّيْئِيَّةِ إِلَى الْعَدَسَةِ الْعَيْنِيَّةِ . وَبِسَبَبِ هَذِهِ الِانْعِكَاسَاتِ يَتَّخِذُ الضَّوْءُ مَسَارًا طَوِيلًا عَبْرَ مَسَافَةٍ قَصِيرَةٍ ، وَلِذَلِكَ يُمْكِنُ جَعْلُ الْأُنْبُوبِ اللَّازِمَةِ لِلْمَنَاظِيرِ الثُّنَائِيَّةِ أَقْصَرَ كَثِيرًا مِنْ أُنْبُوبِ التِّلِسْكُوبَاتِ .

الْمَنْشُورَاتُ

تُوضَعُ الْمَنْشُورَاتُ فِي مَسَارِ الْأَشِعَّةِ ، وَيُعَدِّلُ الْمَنْشُورُ الْأَوَّلُ أَوْضَاعَ الصُّوَرِ مِنْ يَسَارٍ إِلَى يَمِينٍ ، وَيَقْلِبُ الْمَنْشُورُ الثَّانِي أَوْضَاعَهَا مِنْ أَعْلَى إِلَى أَسْفَلَ وَهَكَذَا تُصَحِّحُ الانـ



■ تَكْبِيرُ الْأَجْسَامِ الْبَعِيدَةِ



تُكَبِّرُ أَكْبَرُ الْمَنَاظِيرِ ثُنَائِيَّةُ الْعَيْنِيَّةِ الصُّوَرَ حَتَّى ٣٥ مَرَّةً قَدْرَ حَجْمِهَا الْأَصْلِيِّ . وَأَكْثَرُ هَذِهِ الْمَنَاظِيرِ الْمُتَوَسِّطَةِ انْتِشَارًا يُكَبِّرُهَا مِنْ ٦ ــ ٧ مَرَّاتٍ وَيُعْطِي صُورَةً وَاضِحَةً فَتَسْهُلُ مُرَاقَبَةُ الطُّيُورِ أَوْ تَقْرِيبُ أَيِّ مَنْظَرٍ آخَرَ . وَالْمِنْظَارُ ٧ × ٥٠ مَعْنَاهُ تَكْبِيرُ ٧ مَرَّاتٍ ، وَأَنَّ قُطْرَ الْعَدَسَةِ الشَّيْئِيَّةِ ٥٠ مم .

● نَظَرِيَّةُ عَمَلِ مِنْظَارٍ ثُنَائِيٍّ

تُكَوِّنُ الْعَدَسَةُ الشَّيْئِيَّةُ صُورَةً حَقِيقِيَّةً لِلْجِسْمِ فِي الْمَسَارِ الْبَصَرِيِّ . وَتُكَوِّنُ الْعَدَسَةُ الْعَيْنِيَّةُ صُورَةً تَقْدِيرِيَّةً مُكَبَّرَةً لِلصُّورَةِ الْأُولَى ، فَيَكْبُرُ الْمَنْظَرُ .

لِمَاذَا يُسْتَخْدَمُ الْكَوارتزُ فِى السَّاعَاتِ؟

تُوَلِّدُ بَلُّورَاتٌ مُعَيَّنَةٌ تَيَّارًا كَهْرَبِيًّا عِنْدَمَا تُضْغَطُ ، وَلِذَا تُسَمَّى بَلُّورَاتٍ كَهْرَبِيَّةً إجْهَادِيَّةً (بيزوكهربية) . وَبِالْعَكْسِ ، فَإِذَا أَثَّرَ تَيَّارٌ كَهْرَبِيٌّ عَلَى بَلُّورَةٍ كَهْرَبِيَّةٍ إجْهَادِيَّةٍ فَإِنَّهُ يُغَيِّرُ شَكْلَهَا قَلِيلًا . وَلَا يَعْنِى هَذَا التَّغَيُّرُ تَشَوُّهَ الْبَلُّورَةِ كُلِّيًّا ، وَلَكِنَّ الْبَلُّورَةَ تَتَذَبْذَبُ إِلَى الْأَمَامِ وَالْخَلْفِ بِمُعَدَّلٍ ثَابِتٍ مِنْ ثَانِيَةٍ إِلَى أُخْرَى . وَالْكُوَارَتْزُ أَحَدُ هَذِهِ الْمَوَادِّ الْكَهْرَبِيَّةِ الْإِجْهَادِيَّةِ وَيُسْتَخْدَمُ فِى السَّاعَاتِ لِحِفْظِ الْوَقْتِ . وَيُمْكِنُ جَعْلُ الْكُوَارَتْزِ يَهْتَزُّ بِتَأْثِيرِ تَيَّارٍ كَهْرَبِيٍّ عِنْدَ تَرَدُّدٍ مُعَيَّنٍ . وَيُمْكِنُ أَنْ تُحَوِّلَ دَوَائِرُ الدَّارَاتِ الصَّغِيرَةَ هَذَا التَّرَدُّدَ إِلَى تَرَدُّدٍ مُحَدَّدٍ هُوَ اهْتِزَازَةٌ وَاحِدَةٌ فِى الثَّانِيَةِ . وَهَذِهِ الذَّبْذَبَةُ الطَّبِيعِيَّةُ غَيْرُ الْمُتَغَيِّرَةِ تُعْطِى دِقَّةً مُتَنَاهِيَةً لِلسَّاعَاتِ الْكُوَارَتْزِيَّةِ ، لَا تُجَارِيهَا فِيهَا أَىُّ سَاعَةٍ آلِيَّةٍ .

بَطَّارِيَّةٌ

بَلُّورَةُ كُوَارَتْزٍ طَبِيعِيَّةٌ

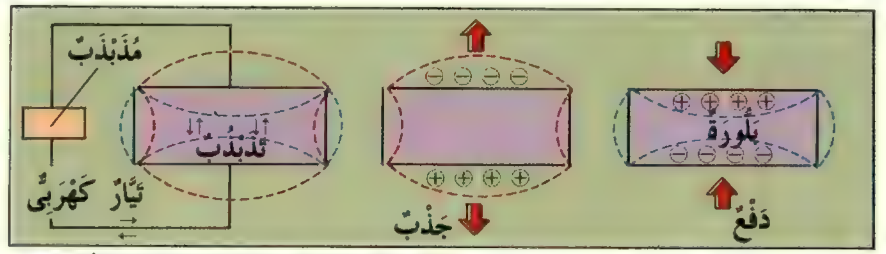
تَرْكِيبُ الْكُوَارَتْزِ

الْكُوَارَتْزُ هُوَ بَلُّورَةٌ مِنْ ثَانِى أُكْسِيدِ السِّيلِيكُون شَفَّافَةٌ عَدِيمَةُ اللَّوْنِ . وَتَرْتَبِطُ ذَرَّاتُ السِّيلِيكُون وَالْأُكْسُجِين فِيهَا بِرَوَابِطَ أُيُونِيَّةٍ ، أَىْ أَنَّهَا تَتَمَاسَكُ مَعًا بِشِحْنَاتٍ كَهْرَبِيَّةٍ مُتَضَادَّةٍ .

خَلِيَّةٌ أَوَّلِيَّةٌ تُبَيِّنُ تَرْكِيبَ الْكُوَارَتْزِ ، حَيْثُ تَرْتَبِطُ ذَرَّاتُ السِّيلِيكُون (أرجوانى) بِذَرَّاتِ الْأُكْسُجِين (أخضر) .

كَيْفَ تَحْدُثُ الْكَهْرَبِيَّةُ الْإِجْهَادِيَّةُ .

تُوَلِّدُ الْبَلُّورَاتُ الْكَهْرَبِيَّةُ الْإِجْهَادِيَّةُ كَهْرَبِيَّةً بِتَأْثِيرِ الضَّغْطِ . وَيَحْدُثُ ذَلِكَ لِأَنَّ تَشْوِيهَ شَكْلِ الْبَلُّورَةِ (يسار) يَكْسِرُ بَعْضَ الرَّوَابِطِ الْأُيُونِيَّةِ وَيُحَرِّرُ إِلِكْتْرُونَاتٍ ، فَتَتَكَوَّنُ شِحْنَةٌ مُوجَبَةٌ عَلَى أَحَدِ الْجَانِبَيْنِ وَسَالِبَةٌ عَلَى الْجَانِبِ الْآخَرِ .



نَبَضَاتٌ . يُوَلِّدُ الضَّغْطُ (يمين) شِحْنَاتٍ كَهْرَبِيَّةً عَلَى الْجَانِبَيْنِ الْمُتَقَابِلَيْنِ لِلْبَلُّورَةِ . وَالْجَذْبُ (وسط) يَعْكِسُ الشِّحْنَاتِ . وَهَكَذَا تَنْبِضُ الْبَلُّورَةُ (يسار) بِسَبَبِ تَيَّارٍ مِنَ الشِّحْنَاتِ الْمُوجَبَةِ وَالسَّالِبَةِ .

تَرْكِيبُ سَاعَةِ كُوَارْتْز

نَبْضَةٌ وَاحِدَةٌ

دائِرَةُ الْمُقَسِّمِ

تَتَذَبْذَبُ بَلُّورَةُ الكُوَارْتْزِ بِضَرَبَاتٍ مُنْتَظِمَةٍ وَحَسْبَ حَجْمِهَا بَيْنَ ٦٠٠٠ ، ٤٠٠٠٠ نَبْضَةٍ فِى الثَّانِيَةِ . وَتُحَوِّلُ دَائِرَةُ دَارَةٍ مُصَغَّرَةٍ هَذَا الاهْتِزَازَ إِلَى دَوْرَةٍ كُلَّ ثَانِيَةٍ (هرتز واحد) . وتُدِيرُ هَذِهِ الطَّاقَةُ الْمُنَظَّمَةُ الْمُحَرِّكَ الَّذِى يُحَرِّكُ الْعَقَارِبَ عَلَى التَّدْرِيجِ .

مُحَرِّكُ النَّبْضِ

تُرُسٌ

دائِرَةُ الْمُقَسِّمِ

نَبَضَاتُ مَوْجَةٍ مُرَبَّعَةٍ

دَائِرَةُ الْمُذَبْذِبِ

تَتَذَبْذَبُ بَلُّورَةُ الْكُوَارْتْزِ بِوَاسِطَةِ التَّيَّارِ الكَهْرَبِىِّ مِنَ الْبَطَّارِيَّةِ . وَيُعْتَبَرُ التَّرَدُّدُ الطَّبِيعِىُّ لِلبَلُّورَةِ دَقَّاقًا ، فَيُسَاعِدُ جَمِيعَ أَجْزَاءِ الدَّائِرَةِ .

عَقَارِبُ

دَائِرَةُ تَذَبْذُبٍ

وَحْدَةُ بَلُّورَةٍ

حَرَكَةُ مُذَبْذِبِ كُوَارْتْز .

مُذَبْذِبُ كُوَارْتْز مُحكَمُ التَّغْلِيفِ

يُصْنَعُ مُذَبْذِبُ الْكُوَارْتْز (أعلى) مِنْ شَرَائِحَ رَقِيقَةٍ مِنَ الْكُوَارْتْزِ الْمُصْطَنَعِ ، وَبِذَلِكَ فَإِنَّهُ يَهْتَزُّ عِنْدَ التَّرَدُّدِ الْمُخْتَارِ . وَتُوصَّلُ بِهِ الأَقْطَابُ الكَهْرَبِيَّةُ ، ثُمَّ يُوضَعُ فِى حَاوِيَةٍ عَدِيمَةِ الْهَوَاءِ وَيُحْكَمُ إِغْلاقُهَا (يمين) ، فَيُصْبِحُ وَحْدَةَ بَلُّورَةٍ لِسَاعَةٍ .

وَحْدَةُ بَلُّورَةٍ فِى سَاعَةِ كُوَارْتْز



5

آلَاتٌ لِلْمَنْزِلِ

اَلْبَيْتُ لَيْسَ مَكَانًا لِلنَّوْمِ فَقَطْ ، وَلَكِنَّهُ أَيْضًا مَكَانٌ لِتَنَاوُلِ الطَّعَامِ ، وَحِيَاكَةٍ وَغَسْلِ الْمَلَابِسِ وَالِاسْتِحْمَامِ ، أَوْ بِبَسَاطَةٍ مَكَانٌ لِلاسْتِرْخَاءِ فِي رَاحَةٍ . وَتَحْتَاجُ مُعْظَمُ هَذِهِ الْأَنْشِطَةِ وَغَيْرُهَا إِلَى آلَاتٍ جَدِيدَةٍ . وَتَعْتَمِدُ مُعْظَمُ هَذِهِ الْآلَاتِ عَلَى نَظَرِيَّاتٍ وُضِعَتْ مِنْ قَدِيمِ الزَّمَانِ . فَصُنْبُورُ الْماءِ هُوَ تَطْوِيرٌ لِإِحْدَى الْآلَاتِ الْبُدَائِيَّةِ الْبَسِيطَةِ وَهُوَ اللَّوْلَبُ (القلاوظ) . وَبِنَفْسِ الْبَسَاطَةِ ، فَإِنَّ إِنَاءَ الطَّهْيِ بِالضَّغْطِ يُحْكِمُ غَلْقَ الْغِطَاءِ عَلَى مَاءٍ يَغْلِي لِيَزِيدَ الضَّغْطُ ، فَتَرْتَفِعَ دَرَجَةُ الْحَرَارَةِ .

وَيَعْمَلُ كَثِيرٌ مِن الْأَجْهِزَةِ وَالْمُعَدَّاتِ الْمُسْتَخْدَمَةِ فِي الْمَنْزِلِ حَالِيًّا إِلِكْتُرُونِيًّا وَذَاتِيًّا . أَيْ أَنَّهَا تُشَغِّلُ وَتُوقِفُ نَفْسَهَا بِوَاسِطَةِ مُجَسَّاتٍ أَوْ مُوَقِّتَاتٍ . فَالثَّلَّاجَةُ الْكَهْرَبِيَّةُ تَحْفَظُ الطَّعَامَ دَاخِلَهَا بَارِدًا إِلَى دَرَجَةِ حَرَارَةٍ مُعَيَّنَةٍ ثُمَّ تُشَغِّلُ دَوْرَةَ التَّبْرِيدِ عِنْدَمَا يَسْخُنُ دَاخِلَهَا . وَتَبْقَى الْمِكْوَاةُ الْكَهْرَبِيَّةُ عِنْدَ مَدًى مُعَيَّنٍ لِدَرَجَةِ الْحَرَارَةِ لِأَنَّ مُجَسًّا حَرَارِيًّا يَقْطَعُ التَّيَّارَ الْكَهْرَبِيَّ إِذَا وَصَلَتْ دَرَجَةُ حَرَارَتِهَا إِلَى الْقِيمَةِ الْعُظْمَى . وَتُؤَدِّي غَسَّالَةُ الْمَلَابِسِ الْكَهْرَبِيَّةُ بِوَاسِطَةِ مُوَقِّتٍ دَوْرَاتِهَا لِلْغَسِيلِ وَالصَّرْفِ وَالشَّطْفِ . وَيَعْتَمِدُ نِظَامُ الْأَمَانِ — فِي مُعْظَمِهَا — عَلَى مُعَدَّاتٍ حَسَّاسَةٍ لِأَيِّ تَدَخُّلٍ . وَيَتَنَاوَلُ هَذَا الْفَصْلُ نَظَرِيَّاتِ وَآلِيَّاتِ الْعَمَلِ دَاخِلَ بَعْضِ الْآلَاتِ الَّتِي تُثْرِي حَيَاتَنَا الْمَنْزِلِيَّةَ .

تَكُونُ الْحَيَاةُ دَاخِلَ الْمَنْزِلِ أَسْهَلَ وَأَكْثَرَ أَمَانًا وَرَاحَةً بِفَضْلِ كَثِيرٍ مِن الِاخْتِرَاعَاتِ الَّتِي يَظْهَرُ بَعْضُهَا فِي الصُّورَةِ ، مِن الصُّنْبُورِ الْبَسِيطِ إِلَى فُرْنِ الْمَوْجَاتِ الدَّقِيقَةِ (الميكروويف) الْمُعَقَّدِ .



هَلْ يُمكِنُ إِسْرَاعُ الطَّهْىِ بِزِيادَةِ الضَّغْطِ ؟

اَلْقِدْرُ الْكَاتِمُ هُوَ جِهَازٌ مِن التَّطْبِيقِ الْعَمَلِىِّ لِلْفِيزْيَاءِ لِخِدْمَةِ الْمَطْبَخِ . وَيعْتَمِدُ عَمَلُ الْقِدْرِ عَلَى الْحَقِيقَةِ الَّتِى تَنُصُّ عَلَى أَنَّ الْمَاءَ يَغْلِى عِنْدَ دَرَجاتِ حَرارَةٍ تَتَوَقَّفُ عَلَى الضَّغْطِ الْمُحِيطِ بِهِ . وَيُعْرَفُ ضَغْطُ الْهَواءِ عِنْدَ مُسْتَوى سَطْحِ الْبَحْرِ بـ ١ ضَغْطٍ جَوِّىٍّ .. وَيَغْلِى الْماءُ عِنْدَ هَذَا الضَّغْطِ عِنْدَ ١٠٠°م . وَعِنْدَمَا يَبْدَأُ الْغلَيانُ ، تَتَكَوَّنُ فُقَّاعَاتٌ فِى الْماءِ نَتِيجَةَ تَحَوُّلِ الْمَاءِ السَّائِلِ إِلَى غَازٍ وَهُرُوبِهِ كَبُخارِ مَاءٍ . وَتُسَمَّى هَذِهِ الْعَمَلِيَّةُ تَغيُّرَ الْحالَةِ . وَعِنْدَمَا يَصِلُ الْماءُ إِلَى الْغلَيانِ الْكَامِلِ ، فَإِنَّ زِيَادَةَ التَّسْخِينِ لَاتَرْفَعُ دَرَجَةَ حَرَارَةِ الْماءِ ، وَلَكِنَّهَا تُحوِّلُهُ إِلَى بُخارِ مَاءٍ . وَقَدْ يَصِلُ الضَّغْطُ دَاخِلَ الْقِدْرِ الْكَاتِمِ إِلَى ٢ ضَغْطٍ جَوِّىٍّ . وتَحْتَ هَذَا الضَّغْطِ لَا يَحْدُثُ تَغيُّرُ الْحَالَةِ مِنْ مَاءٍ إِلَى بُخارٍ عِنْدَ ١٠٠°م ، وَلَكِنَّهُ يَحْدُثُ عِنْدَ ١٣٠°م وَهَذَا يَسْمَحُ لِلطَّعَامِ بِالنُّضْجِ فِى ثُلُثِ الْوَقْتِ الْعَادِىِّ . وَلِذَلِكَ فَإِنَّ الْقُدُورَ الْكَاتِمَةَ يُمْكِنُ تَسْمِيَتُهَا قُدُورَ طَهْىٍ فِى الدَّرَجاتِ الْعالِيَةِ ، لِأَنَّ الضَّغْطَ الْمُتَزايِدَ يَرْفَعُ دَرَجاتِ الْحَرَارَةِ .

ضَغْطُ الْهَوَاءِ وَنُقْطَةُ الْغلَيانِ

يُوَضِّحُ هَذَا الرَّسْمُ الْبَيانِىُّ كَيْفَ تَزْدَادُ نُقْطَةُ غلَيانِ الْماءِ بِارْتِفَاعِ ضَغْطِ الْهَواءِ . وَعِنْدَ الضُّغُوطِ الْمُنْخَفِضَةِ ـــ أَقَلَّ مِنْ ١ ضَغْطٍ جَوِّىٍّ ـــ كَما فِى الْجِبَالِ ، يَغْلِى الْماءُ عِنْدَ دَرَجَاتِ حَرَارَةٍ مُنْخَفِضَةٍ وَلَا يَنْضَجُ الطَّعَامُ إِلَّا [illegible] طَوِيلَةٍ . أَمَّا تَحْتَ الضُّغُوطِ الْعَالِيَةِ ، فَتَرْتَفِعُ دَرَجة الْمَاءِ إِلَى دَرَجَةٍ مُرْتَفِعَةٍ قَبْلَ أَنْ تَغْلِىَ . (الرسم أسفل)

الضَّغْطُ (بالجوى)	درجة الحرارة م°

إِنَاءُ حِسَاءٍ وَقِدْرٌ كَاتِمٌ



يَكُونُ لِإِنَاءِ الْحِسَاءِ عَادَةً جُدْرَانٌ رَفِيعَةٌ وَغِطَاءٌ سَائِبٌ . وَيتَصَاعَدُ بُخَارُ الْمَاءِ مِنَ الْمَاءِ الْمَغْلِىِّ لِيَخْرُجَ مِن الْإِنَاءِ ، فَلَا تَرْتَفِعُ دَرَجَةُ الْحَرارَةِ عَنْ ١٠٠°م .

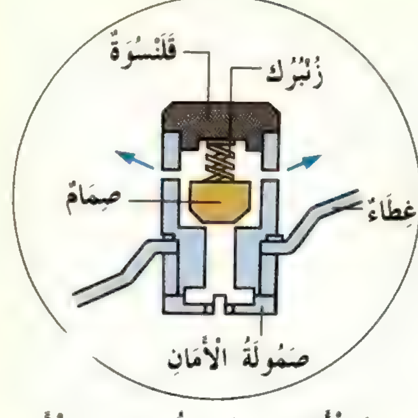
يَكُونُ لِلْقِدْرِ الْكَاتِمِ جُدْرَانٌ سَمِيكَةٌ وَغِطَاءٌ مُحْكَمٌ وَصِمَامَاتٌ لِلتَّحَكُّمِ فِى الضَّغْطِ . وَتَعْمَلُ زِيَادَةُ التَّسْخِينِ عَلَى ارْتِفَاعِ كُلٍّ مِنَ الضَّغْطِ وَدَرَجَةِ الْحَرَارَةِ .

تَرْكِيبُ الْقِدْرِ الْكَاتِمِ

يَجِبُ أَنْ يَكُونَ لِلْقِدْرِ الْكَاتِمِ جُدْرَانٌ مَتِينَةٌ وَغِطَاءٌ مُؤَمَّنٌ إِغْلَاقُهُ لِتُقَاوِمَ الضَّغْطَ الْمُتَزَايِدَ أَثْنَاءَ الطَّهْيِ . وَلِيَظَلَّ الضَّغْطُ فِي الْقِدْرِ تَحْتَ التَّحَكُّمِ الدَّقِيقِ تُسْتَخْدَمُ ثَلَاثُ مُعَدَّاتٍ (يسار) هِيَ صِمَامُ الثِّقَلِ السَّاكِنُ وَصِمَامُ الْأَمَانِ وَحَلْقَةُ الْمَطَّاطِ .



صِمَامُ الثِّقَلِ السَّاكِنُ . تُغَطِّي الْفُتْحَةُ الَّتِي يَخْرُجُ مِنْهَا الْبُخَارُ بِثِقَلٍ مِنْ أَعْلَى . وَيَخْرُجُ الْبُخَارُ عَلَى دَفَعَاتٍ إِذَا رَفَعَ ضَغْطُهُ الثِّقَلَ .



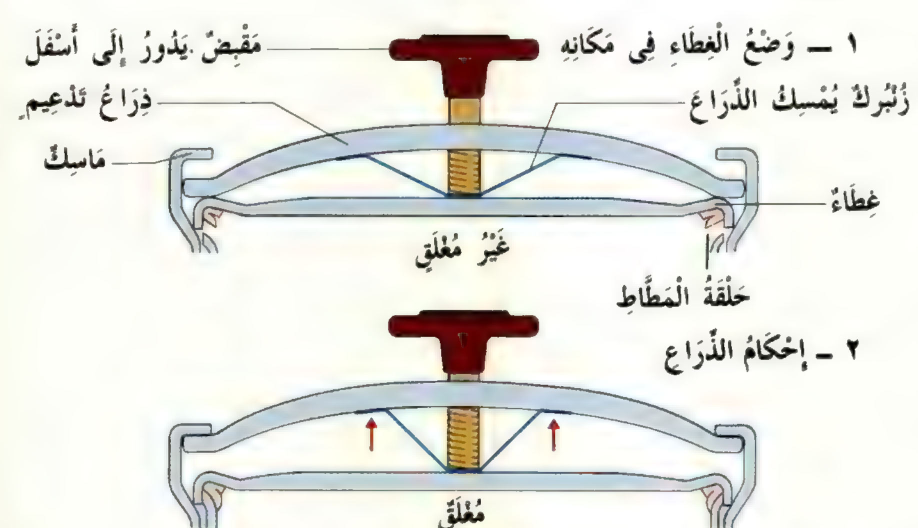
صِمَامُ الْأَمَانِ . يُضْبَطُ صِمَامُ الْأَمَانِ الزُّنْبُرُكِيُّ لِيَتَحَمَّلَ ضَغْطًا يَزِيدُ قَلِيلًا عَلَى صِمَامِ الثِّقَلِ السَّاكِنِ . فَإِذَا زُنِقَ صِمَامُ الثِّقَلِ السَّاكِنُ ، فَإِنَّ الضَّغْطَ يَفْتَحُ صِمَامَ الْأَمَانِ .



حَلْقَةُ الْمَطَّاطِ . إِذَا فَشِلَ كُلٌّ مِنْ صِمَامِ الثِّقَلِ السَّاكِنِ وَصِمَامِ الْأَمَانِ فِي تَصْرِيفِ الضَّغْطِ الزَّائِدِ ، فَإِنَّ حَلْقَةَ الْمَطَّاطِ تَتَدَاعَى (يمين) وَتَسْمَحُ لِبُخَارِ الْمَاءِ بِالْخُرُوجِ فَتَمْنَعُ زِيَادَةَ الضَّغْطِ الَّتِي قَدْ تُسَبِّبُ انْفِجَارَ الْإِنَاءِ .

إِغْلَاقُ قِدْرٍ كَاتِمٍ

إِذَا أُدِيرَ الْمَقْبِضُ تَرْتَفِعُ ذِرَاعُ التَّدْعِيمِ إِلَى أَعْلَى فِي مَكَانِهَا تَحْتَ الْمَاسِكَيْنِ الْجَانِبِيَّيْنِ ، فَتَضْغَطُ عَلَى الْغِطَاءِ إِلَى أَسْفَلَ عَلَى حَلْقَةِ الْمَطَّاطِ الْمَوْضُوعَةِ عَلَى الْمُحِيطِ الدَّاخِلِيِّ لِلْقِدْرِ .



لماذا تُنْضِج الموجاتُ الدَّقِيقَةُ (الميكروويف) الطَّعامَ؟

لَا يَطْهُو فُرْنُ الْمَوْجَاتِ الدَّقِيقَةِ بِالْحرارَةِ وَلَكِنْ بِإِشْعَاعٍ يُشْبِهُ مَوْجَاتِ الرَّادَارِ . وَفِي الْفُرْنِ الْعَادِيِّ تَصْطَدِمُ الْحرارَةُ بِالْجُزْءِ الْخَارِجِيِّ مِن الطَّعَامِ ثُمَّ تَأْخُذُ طَرِيقَهَا دَاخِلَهُ . وَلَكِنَّ إِشْعَاعَ الْمَوْجَاتِ الدَّقِيقَةِ يَخْتَرِقُ الطَّعَامَ لِيَصْطَدِمَ بِأَرْضِيَّةِ الْفُرْنِ أَوْ جُدرَانِهِ ثُمَّ يَرْتَدُّ لِيَخْتَرِقَ الطَّعَامَ مَرَّةً أُخْرَى .

وَالْمَوْجَاتُ الدَّقِيقَةُ تُغَيِّرُ أَيْضًا قُطْبِيَّتَها — أَو اتِّجَاهَهَا الْمُوجَبَ — سَالب — عِدَّةَ بَلَايِينِ الْمَرَّاتِ فِي الثَّانِيَةِ . وَيُؤَثِّرُ هَذَا الاهْتِزَازُ السَّرِيعُ لِلْمَوْجَاتِ الدَّقِيقَةِ عَلَى الْمَاءِ فِي الطَّعَامِ ، لِأَنَّ لِلْمَاءِ خَاصِّيَّةً خَاصَّةً . فَجُزَيْئَاتُ الْماءِ لَهَا قُطْبِيَّةٌ أَيْضًا . فَكُلُّ جُزَيْءِ مَاءٍ لَهُ طَرَفٌ مُوجَبٌ وطَرَفٌ سَالِبٌ ، لِأَنَّ الْمَاءَ يَتَكَوَّنُ مِنْ ذَرَّةِ أُكْسُجِين سَالِبَةٍ ، وَذَرَّتَيْ هَيْدرُوجِين مُوجَبَتَيْنِ . وَيَسْتَجِيبُ كُلُّ جُزَيْءِ مَاءٍ إِلَى انْعِكَاسِ مَجَالِ الْمَوْجَةِ الدَّقِيقَةِ بِأَنْ يَعْكِسَ نَفْسَهُ (أسفل) ، فَيَلْتَوِي لِلْأَمَامِ وَالْخَلْفِ بَلَايِينَ الْمَرَّاتِ فِي الثَّانِيَةِ . وَيَحْتَكُّ أَثْنَاءَ انْعِكَاسِهِ بِالْجُزَيْئَاتِ الْأُخْرَى الْمُحِيطَةِ بِهِ ، فَتَتَوَلَّدُ حَرَارَةٌ تَجْعَلُ الطَّعَامَ يَنْضَجُ بِسُرْعَةٍ .

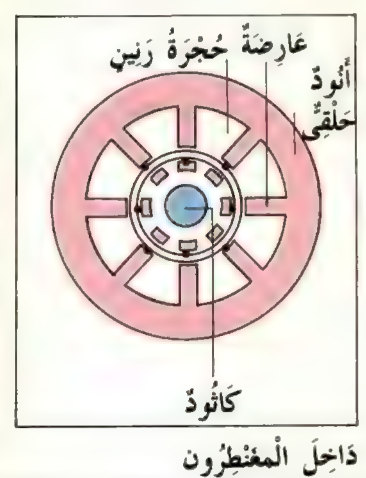


مُغْنِطْرُون (صمام ثنائى مغناطيسى)

اَلطَّهْيُ فِي فُرْنِ مَوْجَاتٍ دَقِيقَةٍ .

كَيْفَ يُكَوِّنُ الْمَغْنِطْرُونُ الْمَوْجَاتِ

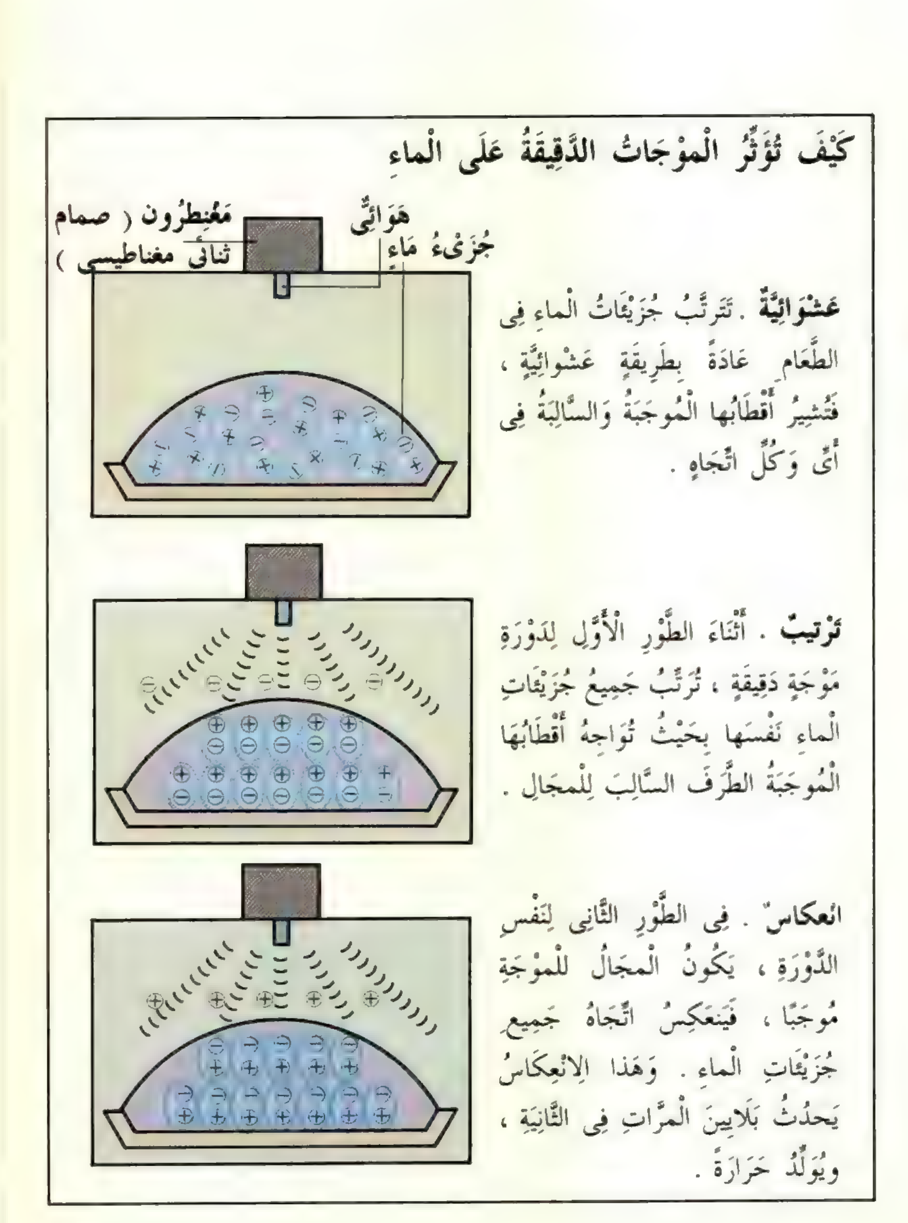
الْمَغْنِطْرُون هُوَ أَهَمُّ جُزْءٍ فِي تَرْكِيبِ فُرْنِ الْمَوْجَاتِ الدَّقِيقَةِ ، وَهُوَ نَوْعٌ مِنْ أُنْبُوبٍ إِلِكْتُرُونِيَّةٍ تُوَلِّدُ إِلِكْتُرُونَاتٍ مِنْ كَاثُود (مهبط) سَاخِنٍ . وَيتكَوَّنُ السَّطْحُ الخارِجِيُّ لِلْكَاثُود مِنْ مَوَادَّ بَاعِثَةٍ لِلإِلِكْتُرونَاتِ تُنْتِجُ سَيْلًا مِن الإِلِكْتُرونَاتِ عِنْدَمَا يَسْخُنُ الْكَاثُودُ بِمُرُورِ آلافِ الْفُولْتَاتِ مِنْ تَيَّارٍ مُسْتَمِرٍّ . وَيُحَاطُ الْكَاثُودُ (القطب السالب) بِمِصْعَدٍ حَلْقِيٍّ مُوجَبٍ (أنود) يَحْوِي عَدَدًا مِنْ



دَاخِلَ الْمَغْنِطْرُون

حُجُرَاتِ الرَّنِين . وَيُوضَعُ الْكَاثُودُ وَالْأَنُودُ بَيْنَ مَغْنَاطِيسَيْنِ دَائِمَيْنِ . وَإِذَا ضُبِطَتْ شِدَّتَا الْمجالَيْنِ الكَهْرَبِيِّ وَالمَغْنَاطِيسِيّ ، فَإِنَّ الإِلِكْتُرونَاتِ الْمُنْبَعِثَةَ مِن الْكَاثُود تَتحرَّكُ فِي اتِّجَاهٍ عَمُودِيٍّ عَلَى كُلٍّ مِن الْمجالَيْن . وَتُسَبِّبُ هَذِهِ الْحركَاتُ تَكَوُّنَ مَوْجَةٍ مُتحرِّكَةٍ تَدُورُ وَتُحْدِثُ رَنِينًا مُتَزَامِنًا مَعَ الإِلِكْتُرونَاتِ الَّتِي فِي الْفَرَاغِ بَيْنَ الكَاثُودِ وَالْأَنُودِ ، فَتُحَوِّلُ قُدْرَةَ الإِلِكْتُرونَاتِ إِلَى طَاقَةِ مَوْجَةٍ دَقِيقَةٍ .

كَيْفَ تُؤَثِّرُ الْمَوْجَاتُ الدَّقِيقَةُ عَلَى الْماءِ



عَشْوَائِيَّةٌ . تَترَتَّبُ جُزَيْئَاتُ الْماءِ فِي الطَّعَامِ عَادَةً بِطَرِيقَةٍ عَشْوَائِيَّةٍ ، فَتُشِيرُ أَقْطَابُهَا الْمُوجَبَةُ وَالسَّالِبَةُ فِي أَيِّ وَكُلِّ اتِّجَاهٍ .

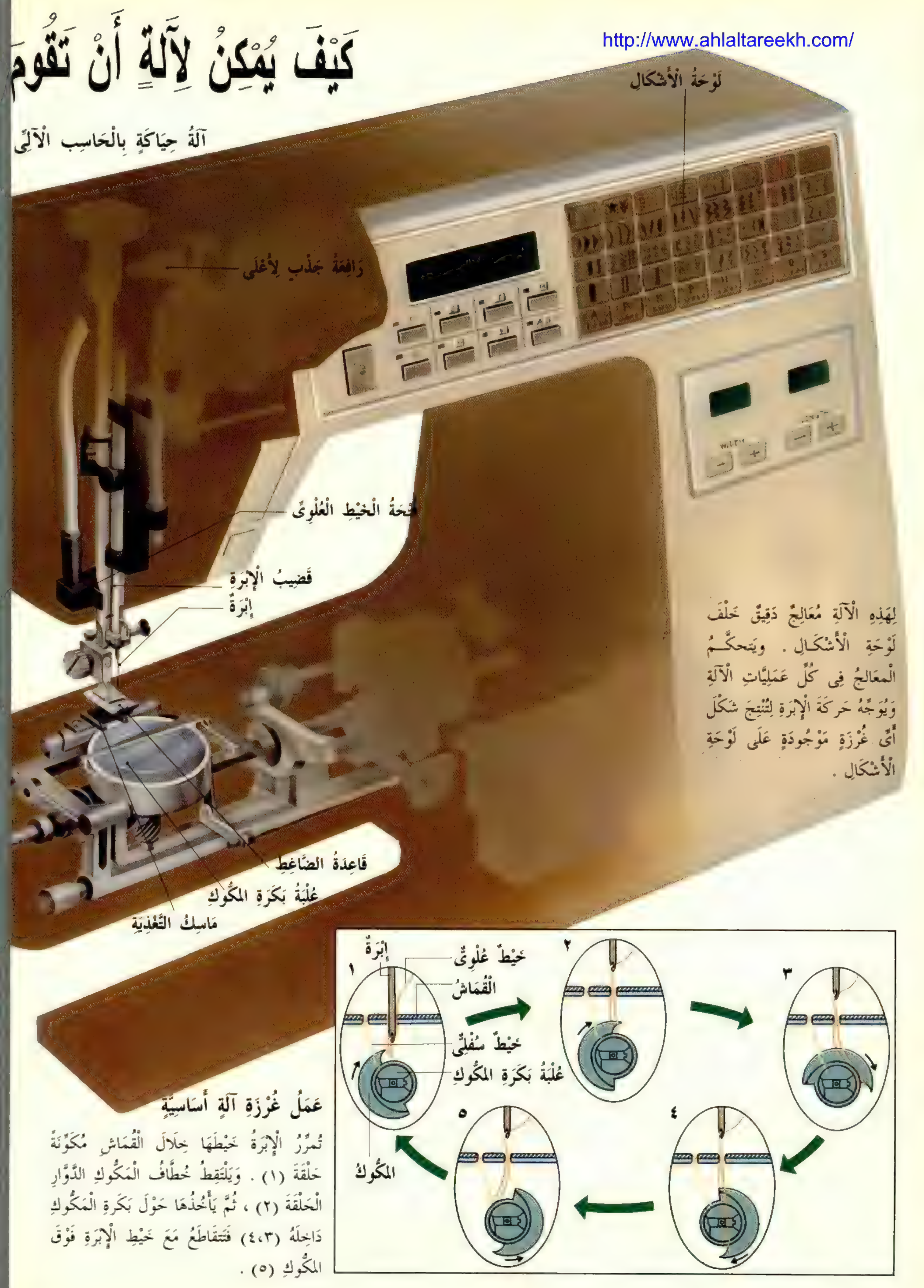
تَرْتِيبٌ . أَثْنَاءَ الطَّوْرِ الْأَوَّلِ لِدَوْرَةِ مَوْجَةٍ دَقِيقَةٍ ، تُرَتِّبُ جَمِيعُ جُزَيْئَاتِ الْماءِ نَفْسَهَا بِحَيْثُ تُوَاجِهُ أَقْطَابُهَا الْمُوجَبَةُ الطَّرَفَ السَّالِبَ لِلْمجَالِ .

انْعِكَاسٌ . فِي الطَّوْرِ الثَّانِي لِنَفْسِ الدَّوْرَةِ ، يَكُونُ الْمجَالُ لِلْمَوْجَةِ مُوجَبًا ، فَيَنْعَكِسُ اتِّجَاهُ جَمِيعِ جُزَيْئَاتِ الْماءِ . وَهَذَا الِانْعِكَاسُ يَحْدُثُ بَلايِينَ الْمرَّاتِ فِي الثَّانِيَةِ ، وَيُوَلِّدُ حَرَارَةً .



كَيْفَ يُمْكِنُ لِآلَةٍ أَنْ تَقُوم

آلَةُ حِيَاكَةٍ بِالْحَاسِبِ الْآلِىِّ



لِهَذِهِ الْآلَةِ مُعَالِجٌ دَقِيقٌ خَلْفَ لَوْحَةِ الْأَشْكَالِ . وَيَتَحَكَّمُ الْمُعَالِجُ فِى كُلِّ عَمَلِيَّاتِ الْآلَةِ وَيُوَجِّهُ حَرَكَةَ الْإِبْرَةِ لِتُنْتِجَ شَكْلَ أَىِّ غُرْزَةٍ مَوْجُودَةٍ عَلَى لَوْحَةِ الْأَشْكَالِ .

عَمَلُ غُرْزَةِ آلَةٍ أَسَاسِيَّةٍ

تُمَرِّرُ الْإِبْرَةُ خَيْطَهَا خِلَالَ الْقُمَاشِ مُكَوِّنَةً حَلْقَةً (١) . وَيَلْتَقِطُ خُطَّافُ الْمَكُوكِ الدَّوَّارِ الْحَلْقَةَ (٢) ، ثُمَّ يَأْخُذُهَا حَوْلَ بَكَرَةِ الْمَكُوكِ دَاخِلَهُ (٣،٤) فَتَتَقَاطَعُ مَعَ خَيْطِ الْإِبْرَةِ فَوْقَ الْمَكُوكِ (٥) .

...حياكةِ الْملابسِ ؟

تُكَوِّنُ آلَةُ الْحِياكَةِ الْغُرَزَ بِاسْتِخْدَامِ خَيْطَيْنِ لَا خَيْطٍ وَاحِدٍ . وَيُسْحَبُ أَحَدُ الْخَيْطَيْنِ مِنْ فَوْقِ الْقماشِ بِوَاسِطَةِ الْإِبْرَةِ ، وَيَأْتِى الْخَيْطُ الْآخَرُ مِنْ بكَرَةٍ صَغِيرَةٍ تَحْتَ الْقماشِ تُسمَّى الْمكُوكَ . وَتُكَوِّنُ الْآلَةُ كُلَّ غُرْزَةٍ بِلَفِّ أَحَدِ الْخَيْطَيْنِ حَوْلَ الْآخرِ بِوَاسِطَةِ مَكُّوكٍ دَوَّارٍ (مقابل أسفل) ثُمَّ جَذْبِ الْعُرْوَةِ مَشْدُودَةً مِنْ أَعْلَى بِوَاسِطَةِ رَافِعَةِ الْجَذْبِ لِأَعْلَى (مقابل) . وَعِنْدَما تَكْتَمِلُ غُرْزَةٌ يُدْفَعُ الْقُمَاشُ مِنْ مَكَانِهِ لِيَسْتَعِدَّ لِلْغُرْزَةِ التَّالِيَةِ بِوَاسِطَةِ لَوْحٍ مُسَنَّنٍ يُسَمَّى مَاسِكَ التَّغْذِيَةِ مَوْضُوعٍ عَلَى قَاعِدَةِ الْآلَةِ تَحتَ الْإِبْرَةِ مُبَاشَرَةً . وَكُلُّ هَذِهِ الْمُعَدَّاتِ ــ الْإِبْرَةُ وَالْمَكُّوكُ ورَافِعَةُ الْجذْبِ لِأَعْلَى وَمَاسِكُ التَّغْذِيَةِ ــ تَتَّصِلُ بِبَعْضِهَا بِتُروسٍ وَتَعْمَلُ مِنْ مَصْدَرِ قُدْرَةٍ مُشْتَرَكٍ فِى تَزَامُنٍ بِحَيْثُ يُؤَدِّى كُلٌّ مِنْهَا عَمَلهُ فِى دَوْرِهِ . وَأَوَّلُ آلَةِ حِيَاكَةٍ كَانَتْ تُدَارُ إِمَّا بِعَمُودِ إِدَارَةٍ بِالْيَدِ أَوْ دَوَّاسَةٍ تَعْمَلُ بِالْقَدَمِ . وَتَسْتَمِدُّ الْقُدْرَةَ حَالِيًّا مِنْ مُحَرِّكٍ كَهْرَبِيٍّ . وَبَعْضُ آلَاتِ الْحِيَاكَةِ لَهَا مُعَالِجٌ دَقِيقٌ أَيْضًا ، مُبَرْمَجٌ لِيُحرِّكَ الْإِبْرَةَ فِى أَشْكَالٍ كَثِيرَةٍ خَاصَّةٍ (مقابل) .

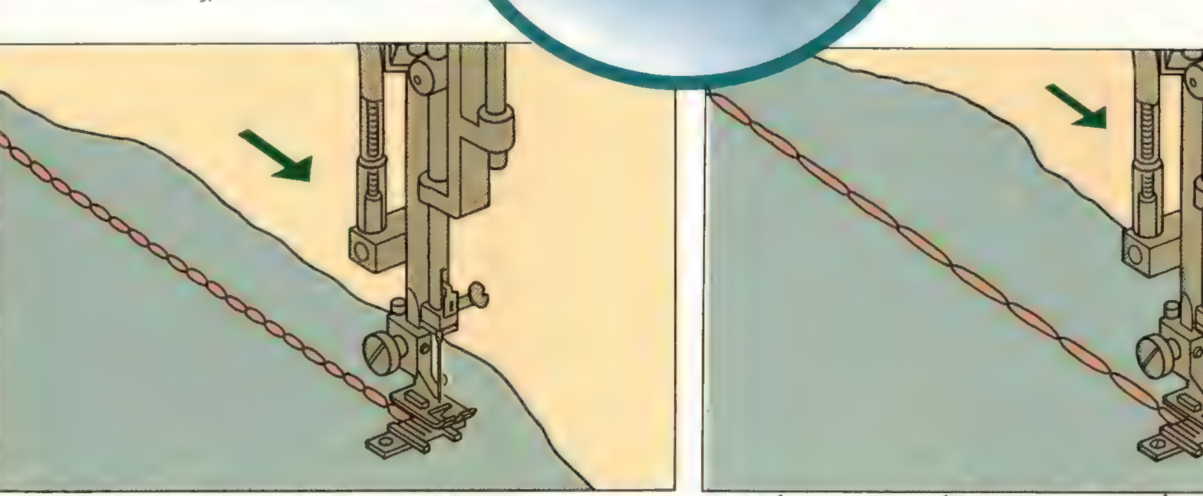
كَيْفَ تَتحرَّكُ الْإِبْرَةُ ؟

يَجِبُ أَنْ تَتَحرَّكَ الْإِبْرَةُ إِلَى أَعْلَى وَأَسْفَلَ لِكُلِّ غُرْزَةٍ ، وَلَكِنَّهَا يُمْكِنُ أَنْ تَتَحرَّكَ إِلَى الْجَانِبِ أَيْضًا لِمسَافَاتٍ قَصِيرَةٍ . وَإِذَا تَحرَّكَت الْإِبْرَةُ إِلَى الْيَمِينِ وَالْيَسَارِ أَثْنَاءَ الْحِيَاكَةِ فَإِنَّهَا تُنْتِجُ حِيَاكَةً مُتَعَرِّجَةً (زجزاج) .



كَيْفَ يُحَرِّكُ مَاسِكُ التَّغْذِيَةِ الْقُمَاشَ ؟

لِكَيْ يَتحرَّكَ الْقُماشُ فِى اتِّجاهِ السَّهْمِ الْأَخْضَرِ الْعَرِيضِ (يمين) ، فَإِنَّ مَاسِكَ التَّغْذِيَةِ يَتحرَّكُ أَعْلَى وَإِلَى الْأَمَامِ (الْأَسْهُمُ الْخَضْرَاءُ الرَّفِيعَةُ) فَيَزْلَقُ الْقُمَاشُ تَحْتَ قَاعِدَةِ الضَّاغِطِ . وَبَيْنَما تُصنَعُ الْغُرْزَةُ ، يَنْزِلُ مَاسِكُ التَّغْذِيَةِ أَسْفَلَ وَإِلَى الْخلْفِ لِيَبْدَأَ قَبْضَةً جَدِيدَةً . وَيَتَوَقَّفُ مِقْدَارُ حَرَكَةِ الْمَاسِكِ عَلَى حَجْمِ الْغُرْزَةِ .



عِنْدَ الضَّبْطِ لِتَكْوِينِ غُرَزٍ طَوِيلَةٍ ، يَنْزَلِقُ الْقُمَاشُ مَسَافَاتٍ أَطْوَلَ .

عِنْدَ الضَّبْطِ لِتَكْوِينِ غُرَزٍ قَصِيرَةٍ ، يَتحرَّكُ مَاسِكُ التَّغْذِيَةِ حَرَكَاتٍ قَصِيرَةً .



كَيْفَ تُبَرِّدُ الثَّلَّاجَةُ الْكَهْرَبِيَّةُ الطَّعَامَ؟

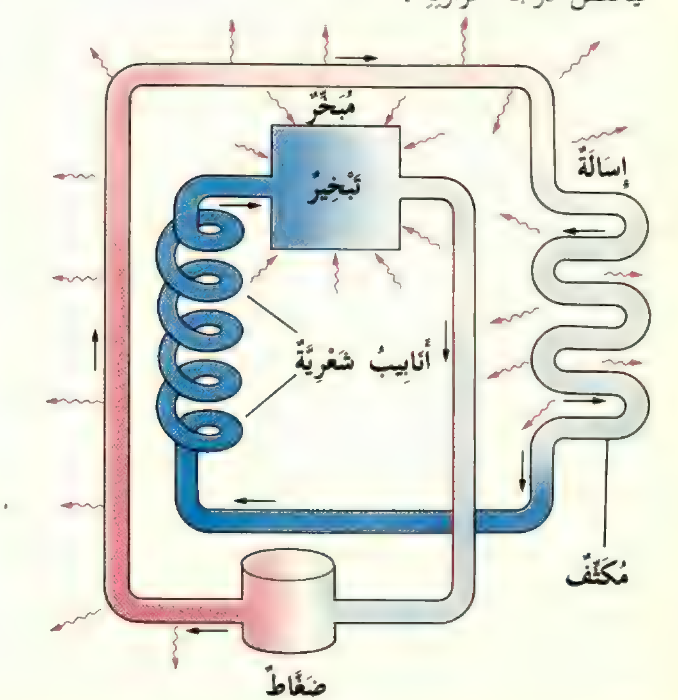
تَسْتَفِيدُ الثَّلَّاجَةُ مِنْ طَرِيقَةِ انْتِقَالِ الْحَرَارَةِ عِنْدَمَا يَحْدُثُ تَغَيُّرٌ فِي حَالَةِ مَادَّةٍ . فَعِنْدَمَا يَتَبَخَّرُ سَائِلٌ ــ أَيْ يَتَحَوَّلُ مِنَ الْحَالَةِ السَّائِلَةِ إِلَى الْحَالَةِ الْغَازِيَّةِ كَتَحَوُّلِ مَاءٍ يَغْلِي إِلَى بُخَارٍ ــ فَإِنَّهُ يَمْتَصُّ حَرَارَةً فَيَبْرُدُ الْوَسَطُ الْمُحِيطُ بِهِ . وَعِنْدَمَا يَتَكَثَّفُ غَازٌ مُتَحَوِّلًا إِلَى سَائِلٍ مَرَّةً أُخْرَى ، فَإِنَّهُ يَطْرُدُ حَرَارَةً .

وَيَدُورُ فِي الثَّلَّاجَةِ مُبَرِّدٌ ــ هُوَ عَادَةً الْفِرْيُون ــ خِلَالَ أَنَابِيبَ دَاخِلَ وَخَارِجَ قِسْمِ التَّبْرِيدِ . وَيَتَحَكَّمُ فِي ضَغْطِ النِّظَامِ عِدَّةُ صِمَامَاتٍ وَمِضَخَّةٌ تُسَمَّى الضَّغَّاطَ . وَيُصَمَّمُ النِّظَامُ بِحَيْثُ يَمُرُّ الْمُبَرِّدُ خِلَالَ تَغَيُّرَيْنِ لِلْحَالَةِ فِي مَوْضِعَيْنِ . فَيَتَبَخَّرُ الْمُبَرِّدُ وَيَمْتَصُّ حَرَارَةً فِي الْأَنَابِيبِ الْمَوْجُودَةِ دَاخِلَ قِسْمِ التَّبْرِيدِ . وَعِنْدَمَا يَدْخُلُ الْأَنَابِيبَ الْمَوْجُودَةَ خَارِجَ قِسْمِ التَّبْرِيدِ ، يُسْمَحُ لَهُ بِالتَّكَثُّفِ ثَانِيَةً إِلَى سَائِلٍ ، فَيَطْرُدُ الْحَرَارَةَ الَّتِي امْتَصَّهَا مِنْ دَاخِلِ الثَّلَّاجَةِ .

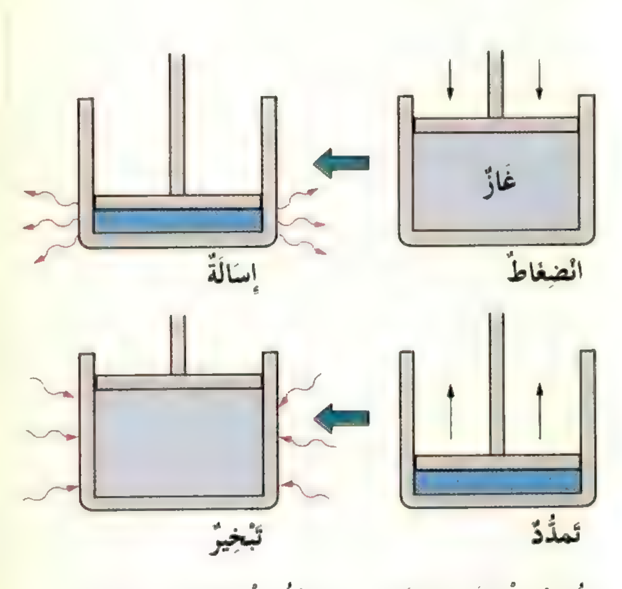
دَاخِلَ ثَلَّاجَةٍ كَهْرَبِيَّةٍ

دَوْرَةُ التَّبْرِيدِ

يَدْخُلُ الْمُبَرِّدُ إِلَى الضَّغَّاطِ فِي حَالَةٍ غَازِيَّةٍ (أزرق باهت ـــ أسفل) تَحْتَ ضَغْطٍ مُنْخَفِضٍ ثُمَّ يُعَرَّضُ لِضَغْطٍ عَالٍ فَيَسْخُنُ (أحمر قاتم) . وَبِضَخِّهِ فِي الْمُكَثِّفِ يَتَحَوَّلُ إِلَى سَائِلٍ وَيَفْقِدُ حَرَارَةً (أزرق قاتم) . وَيَمُرُّ السَّائِلُ فِي أَنَابِيبَ شَعْرِيَّةٍ إِلَى الْمُبَخِّرِ حَيْثُ يَتَحَوَّلُ إِلَى غَازٍ مَرَّةً أُخْرَى بِسَبَبِ انْخِفَاضِ الضَّغْطِ ، وَأَثْنَاءَ هَذَا التَّغَيُّرِ يَسْحَبُ حَرَارَةً مِنْ قِسْمِ التَّبْرِيدِ فَيُخَفِّضُ دَرَجَةَ حَرَارَتِهِ .



طَرْدُ الْحرارَةِ . الْمُكَثِّفُ الظَّاهِرُ فِي الصُّورَةِ لَهُ مُكَثِّفٌ (أنابيب حمراء) يُفْرِغُ حَرارَتَهُ داخِلَ جُدْرانِ قِسْمَي التَّبْرِيدِ وَالتَّجْمِيدِ . وَأَكْثَرُ أَنْواعِ الْمُكَثِّفاتِ شُيُوعًا لَهُ مِلَفّاتٌ خارِجَ الثَّلّاجَةِ مِن الْخَلْفِ .



تَغَيُّراتُ الْحالَةِ وَالضَّغْطِ . يَتَحوَّلُ الْغازُ تَحْتَ ضَغْطٍ إِلَى سائِلٍ (أعلى) ، وَيَطْرُدُ حَرارَةً . وَالْعَكْسُ ، فَعِنْدَما يُقلَّلُ الضَّغْطُ عَلَى سائِلٍ مَحْجُوزٍ ، فَإِنَّ السّائِلَ يَتَبَخَّرُ ، وَيَسْحَبُ حَرارَةً مِن الْوَسَطِ الْمُحِيطِ بِهِ ، فَيَبْرُدُ هَذا الْوَسَطُ .

أُنْبُوبٌ

قِسْمُ التَّجْمِيدِ

الْإِطارُ الْمَطّاطِيُّ لِلْبابِ

قِسْمُ التَّبْرِيدِ

دُرْجُ الْخضْراوَاتِ

كَيْفَ تَقِيسُ الْمَوَازِينُ الأَثْقَالَ ؟

مِيزَانُ الْحَمَّامِ هُوَ مِيزَانٌ زُنْبُرُكِيٌّ يَعْتَمِدُ عَلَى النَّظَرِيَّةِ الَّتِي تَنُصُّ عَلَى أَنَّ الزُّنْبُرُكَ يَتَمَدَّدُ أَوْ يَمْتَدُّ بِنِسْبَةِ الثِّقَلِ الْمُؤَثِّرِ عَلَيْهِ . وَعِنْدَمَا يَقِفُ شَخْصٌ عَلَى الْمِيزَانِ فَإِنَّ أَرْضِيَّتَهُ تَهْبِطُ قَلِيلًا وَيَدُورُ تَدْرِيجُهُ حَتَّى يُصْبِحَ الْعَدَدُ الدَّالُّ عَلَى وَزْنِ الشَّخْصِ تَحْتَ إِبْرَةِ الْمُبَيِّنِ . وَدَاخِلَ الْمِيزَانِ ، يَتِمُّ تَوْزِيعُ الْوَزْنِ بِوَاسِطَةِ مَجْمُوعَةٍ مِنَ الرَّوَافِعِ الْمُتَّصِلَةِ مَعًا بِحَيْثُ يُقَسَّمُ بَيْنَ أَرْبَعَةِ مَحَاوِرِ ارْتِكَازٍ ، وَنُقَطِ ضَغْطٍ أَوْ زُنْبُرُكَاتٍ (أسفل) . بَيْنَمَا تَتَمَدَّدُ الزُّنْبُرُكَاتُ فِي تَنَاسُبٍ مَعَ الثِّقَلِ ، فَإِنَّهَا تُحَرِّكُ رَافِعَةً مُثَلَّمَةً ــ حامل ــ فِي مَرْكَزِ الْمِيزَانِ . ويُدَوِّر هَذَا الْحَامِلَ تُرْسٌ صَغِيرٌ عَلَى سَاقِ قُرْصٍ مُدَرَّجٍ بِالْبَاوِنْدَاتِ عَلَى حَافَتِهِ . وَيَدُورُ هَذَا التَّدْرِيجُ حَتَّى تُشِيرَ الْإِبْرَةُ إِلَى وَزْنِ الشَّخْصِ . وتَكْشِفُ بَعْضُ الْمَوَازِينِ الْحَدِيثَةِ تَمَدُّدَ الزُّنْبُرُكِ إِلِكْتُرُونِيًّا وَتَعْرِضُ الْوَزْنَ بِالْأَرْقَامِ ، وَلَكِنَّهَا تَعْتَمِدُ أَيْضًا عَلَى الزُّنْبُرُكَاتِ .

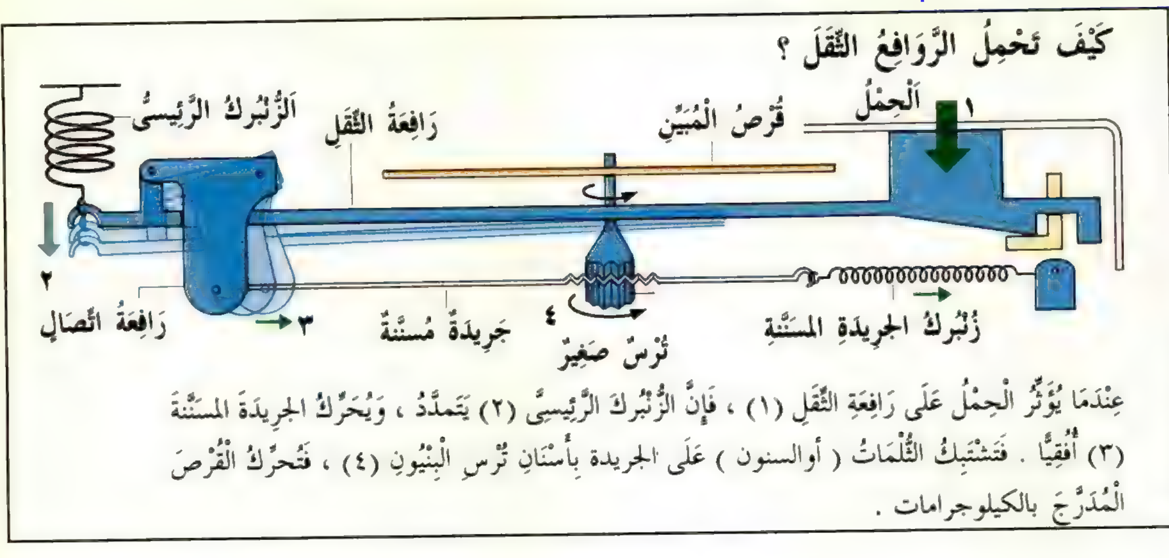


دَاخِلَ مِيزَانِ حَمَّامٍ

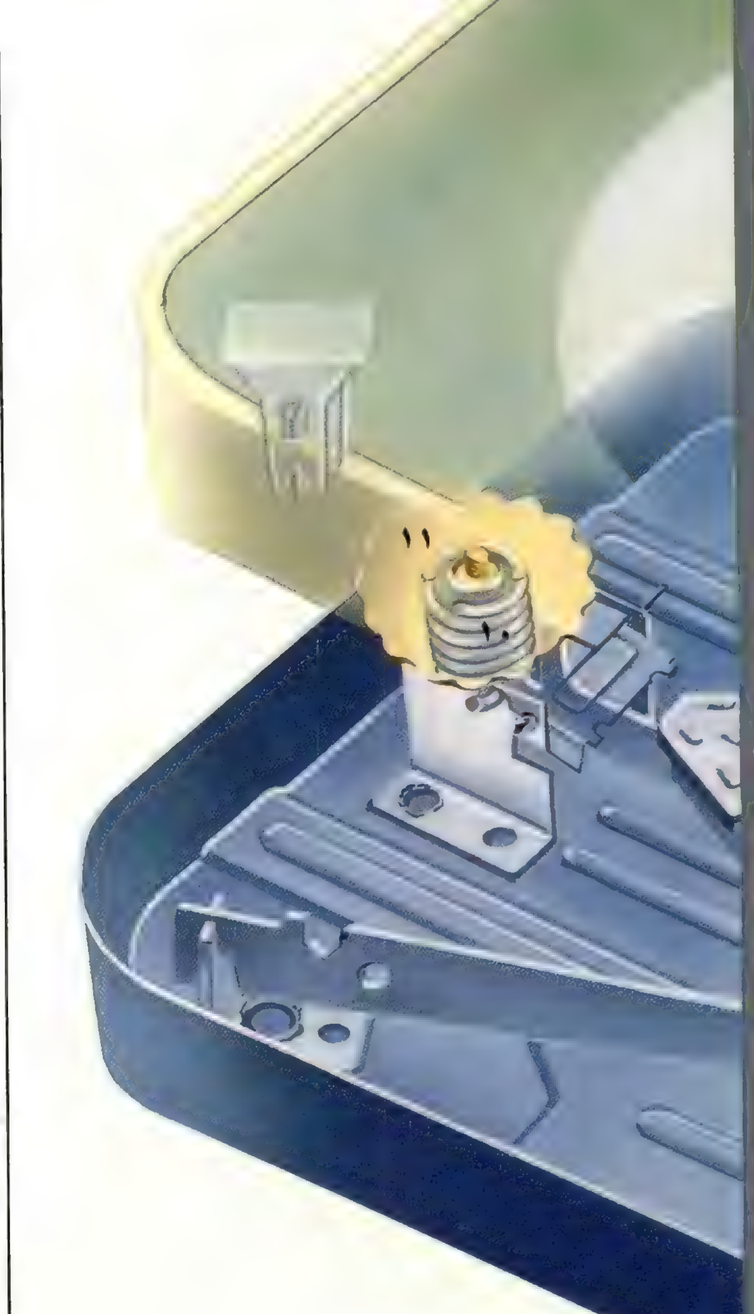
عِنْدَمَا يَقِفُ شَخْصٌ عَلَى الْمِيزَانِ ، فَإِنَّ وَزْنَهُ يَتَوَزَّعُ عَلَى الْأَرْكَانِ الْأَرْبَعَةِ بِالتَّسَاوِي بِوَاسِطَةِ الرَّوَافِعِ الْمُعَلَّقَةِ . وَتَنْتَقِلُ الْقُوَّةُ بِوَاسِطَةِ الرَّوَافِعِ الزُّنْبُرُكَاتِ فَتَجْعَلُهَا تَتَمَدَّدُ .

١ ــ إِبْرَةُ الْمُبَيِّنِ
٢ ــ عَمُودُ الضَّغْطِ عَلَى الرَّافِعَةِ
٣ ــ مِنَصَّةُ الْمِيزَانِ
٤ ــ مِحْوَرُ ارْتِكَازٍ
٥ ــ رَافِعَةُ الثِّقَلِ
٦ ــ زُنْبُرُكٌ « جريدة مسننة »
٨ ــ قُرْصُ الْمُبَيِّنِ
٨ ــ تُرْسٌ صَغِيرٌ
٩ ــ جَرِيدَةٌ مُسَنَّنَةٌ
١٠ ــ الزُّنْبُرُكُ الرَّئِيسِيُّ
١١ ــ ضَابِطُ شَدِّ الزُّنْبُرُكِ

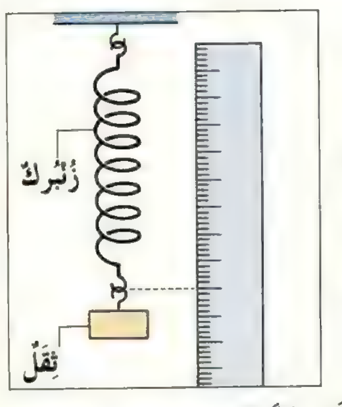
كَيْفَ تَحْمِلُ الرَّوَافِعُ الثِّقَلَ ؟



عِنْدَمَا يُؤَثِّرُ الْحِمْلُ عَلَى رَافِعَةِ الثِّقَلِ (١) ، فَإِنَّ الزُّنْبُرُكَ الرَّئِيسِيَّ (٢) يَتَمَدَّدُ ، وَيُحَرِّكُ الجريدةَ المسَنَّنةَ (٣) أُفُقِيًّا . فَتَشْتَبِكُ الثُّلْمَاتُ (أوالسنون) عَلَى الجريدة بِأَسْنَانِ تُرْسِ الْبِنْيُونِ (٤) ، فَتُحَرِّكُ الْقُرْصَ الْمُدَرَّجَ بالكيلوجرامات .



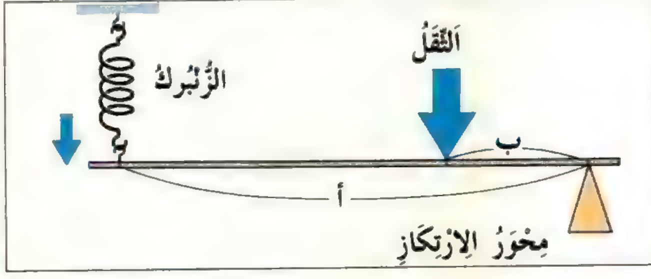
مِيزَانٌ زُنْبُرُكِيٌّ



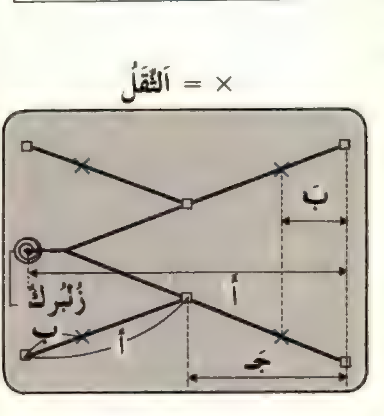
إِذَا عُلِّقَ ثِقَلٌ مِنْ زُنْبُرُكٍ ، فَإِنَّ الزُّنْبُرُكَ يَتَمَدَّدُ حَتَّى يَتَسَاوَى وَزْنُ الثِّقَلِ مَعَ قُوَّةِ انْكِمَاشِ الزُّنْبُرُكِ ــ وَهِيَ الْقُوَّةُ الَّتِي يُجْذَبُ بِهَا لِأَعْلَى . وَبِمُضَاعَفَةِ الثِّقَلِ يَتَضَاعَفُ التَّمَدُّدُ .

نِظَامُ الْحِمْلِ وَمِحْوَرِ الِارْتِكَازِ لِلرَّافِعَةِ

تَتَغَيَّرُ نِسْبَةُ جُزْءِ الْحِمْلِ الَّذِي يَرْتَكِزُ عَلَى مِحْوَرِ الِارْتِكَازِ (أسفل) بِتَغَيُّرِ وَضْعِ الثِّقَلِ عَلَى الرَّافِعَةِ . فَكُلَّمَا اقْتَرَبَ الثِّقَلُ مِنْ مِحْوَرِ الِارْتِكَازِ كُلَّمَا قَلَّتْ نِسْبَةُ الثِّقَلِ الْمُؤَثِّرَةِ عَلَى الزُّنْبُرُكِ .



كَيْفَ يُوَزِّعُ الْمِيزَانُ الثِّقَلَ ؟



عِنْدَمَا يَقِفُ شَخْصٌ عَلَى مَنَصَّةِ الْمِيزَانِ ، فَإِنَّ رَوَافِعَ الثِّقَلِ الَّتِي تَحْتَهُ تُوَزِّعُ وَزْنَ الثِّقَلِ . وَيُحْمَلُ الثِّقَلُ بِالتَّسَاوِي بِوَاسِطَةِ مَحَاوِرِ ارْتِكَازٍ وَنُقَطِ ضَغْطٍ .

كَيْفَ يَعْمَلُ صُنْبُورُ الْمَاءِ؟



قَاعِدَةُ الصِّمَامِ

فِى كُلِّ مَرَّةٍ يُدِيرُ فِيهَا شَخْصٌ مَقْبِضَ صُنْبُورِ مَاءٍ ، فَإِنَّهُ يُحَرِّكُ صِمَامًا لِيَفْتَحَ أَوْ يَقْفِلَ فُتْحَةً فِى نِهَايَةِ أُنْبُوبِ الْمَاءِ . فَإِذَا فُتِحَتْ هَذِهِ الْفُتْحَةُ ، تَحَرَّرَ الْمَاءُ وَتَدَفَّقَ خَارِجًا مِنْ فُوَّهَةِ الصُّنْبُورِ تَحْتَ ضَغْطٍ . وَلِأَنَّ الضَّغْطَ عَلَى الْمَاءِ يَظَلُّ ثَابِتًا ، فَإِنَّهُ كُلَّمَا اتَّسَعَتِ الْفُتْحَةُ ، تَدَفَّقَ مَاءٌ أَكْثَرَ . وَإِذَا تَدَفَّقَ الْمَاءُ بِغَزَارَةٍ ، فَإِنَّهُ يَصْعُبُ سَدُّ فُوَّهَةِ الصُّنْبُورِ بِالْيَدِ ، وَلَكِنَّ إِدَارَةَ مَقْبِضِ الصُّنْبُورِ يُغْلِقُ الْفُتْحَةَ بِسُهُولَةٍ . وَالصُّنْبُورُ عِبَارَةٌ عَنْ مَجْمُوعَةٍ مِنَ الْآلَاتِ الْبَسِيطَةِ — الْعَجَلَةِ وَالْمِحْوَرِ ، وَاللَّوْلَبِ — الَّتِى تُغْلِقُ الْفُتْحَةَ بِقُوَّةٍ كَبِيرَةٍ بَيْنَمَا تَسْمَحُ لِلْمَقْبِضِ بِالدَّوَرَانِ بِأَقَلِّ مَجْهُودٍ . فَالْمَقْبِضُ عَجَلَةٌ ، وَالسَّاقُ مِحْوَرٌ عَلَيْهِ أَسْنَانٌ لَوْلَبِيَّةٌ . وَبِتَدْوِيرِ هَذَا الْمِحْوَرِ الْمُسَنَّنِ فِى غِلَافِهِ الْحَلَزُونِىِّ التَّسْنِينِ مِنَ الدَّاخِلِ ، فَإِنَّ الْمِحْوَرَ بِأَكْمَلِهِ يَرْتَفِعُ أَوْ يَنْخَفِضُ . وَعِنْدَمَا يُفَكُّ لَوْلَبُ الْمِحْوَرِ لِفَتْحِ الصُّنْبُورِ ، تَرْتَفِعُ سَدَّادَةٌ دَاخِلِيَّةٌ تُسَمَّى الفَلْكَةَ ، وَتُفْسِحُ الطَّرِيقَ لِلْمَاءِ الَّذِى يَضْغَطُ عَلَيْهَا مِنَ الْخَلْفِ . وَعِنْدَ إِعَادَةِ إِغْلَاقِ الصِّمَامِ ، فَإِنَّ الِاحْتِكَاكَ بَيْنَ أَسْنَانِ الْمِحْوَرِ وَغِلَافِهِ يُحَافِظُ عَلَيْهِ مُغْلَقًا .

الْفَلْكَةُ وَقَاعِدَتُهَا

تَكُونُ الْفَلْكَةُ مُثَبَّتَةً سَائِبَةً فِى بَعْضِ الصَّنَابِيرِ (أسفل يمين) ، وَتَنْزَلِقُ لِأَعْلَى مِنْ ضَغْطِ الْمَاءِ عِنْدَمَا يُدَارُ الْمَقْبِضُ . وَفِى أَنْوَاعٍ أُخْرَى ، تُثَبَّتُ الْفَلْكَةُ وَتَرْتَفِعُ مَعَ دَوَرَانِ الْمَقْبِضِ (وسط ويسار) .

نَوْعُ السَّاقِ الْمُنْزَلِقَةِ — اَلنَّوْعُ الثَّابِتُ — نَوْعُ السَّاقِ الْمُعَلَّقَةِ

قَلَاوُظ — عَمُودُ دَوَرَانٍ

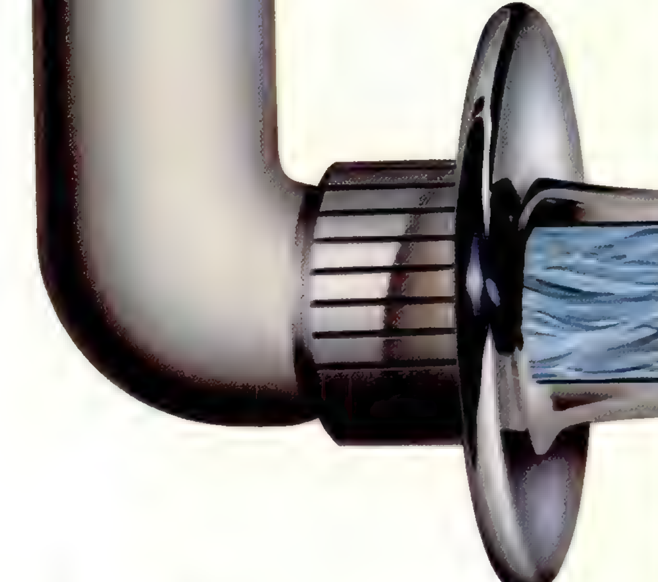
فَلْكَةُ السَّاقِ — فَلْكَةُ السَّاقِ

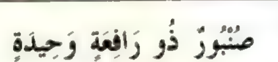
الْفَلْكَة . فَلْكَةُ الصُّنْبُورِ هِىَ سَدَّادَةٌ مُتَحَرِّكَةٌ مِنَ الْمَطَّاطِ أَوِ الْفِلِّينِ أَوِ الْبِلَاسْتِيك ، وَشَكْلُهَا يُشْبِهُ الْكَعْكَةَ ، وَتُثَبَّتُ فِى مَكَانِهَا بِلَوْلَبٍ (قلاوظ) .



تَدْفَعُ مِضَـ[illegible]
الْمِيَاهِ الْمَاءَ النَّقِىَّ تَحْتَ ضَغْطٍ ثَابتٍ فِى الْأَنَابِيبِ الَّتِى تَحْمِلُهُ إِلَى صَهَارِيجِ تَوْزِيعِ الْمَاءِ . وَعِنْدَ إِدَارَةِ مَقْبِضِ صُنْبُورٍ ، يَتِمُّ السَّمَاحُ لِلضَّغْطِ بِالِانْطِلَاقِ فَيَسْرِى تَيَّارُ الْمَاءِ .






صُنْبُورٌ ذُو رَافِعَةٍ وَحِيدَةٍ



يُفْتَحُ الصُّنْبُورُ بِرَفْعِ الرَّافِعَةِ



عِنْدَمَا يَكُونُ الْمَقْبِضُ لِأَسْفَل (يمين أعلى) ، يَسُدُّ الْقُـرْصُ الخزفى (أخضر) مَمَرَّ الْمَاءِ (أزرق) . وَيَعْمَلُ هَذَا الْقُرْصُ كَأَنَّهُ قَاعِدَةُ صِمَامٍ مُتَحَرِّكٍ دَاخِلَ الصُّنْبُورِ . وَيَتَّصِلُ الْقُرْصُ بِالْمَقْبِضِ بِوَاسِطَةِ مِحْوَرٍ ، بِحَيْثُ يَنْزَلِقُ القُرصُ أُفُقِيًّا عِنْدَ تَحْرِيكِ الْمَقْبِضِ لِأَعْلَى ، فَيُفْتَحُ مَسَارُ الْماءِ جُزْئِيًّا إِلَى أُنْبُوبِ الصُّنْبُورِ . وَإِذَا رُفِعَ الْمَقْبِضُ حَتَّى النِّهَايَةِ إِلَى أَعْلَى (يمين أسفل) يُفْتَحُ مَسَارُ الْماءِ بِالْكَامِلِ .

ضَبْطُ انْسِيَابِ الْماءِ

مَقْبِضٌ
قَلَاوُظ
فَلْكَةُ السَّاقِ

عِنْدَمَا يُدَارُ مَقْبِضُ الصُّنْبُورِ إِلَى أَسْفَل ، يُغْلَقُ مَسَارُ الْمَاءِ تَمَامًا (يمين أعلى) . فَتُغْلِقُ الْفَلْكَةُ فُتْحَةَ الْأُنْبُوبِ تَمَامًا وَتَمْنَعُ الْماءَ مِنَ الْمُرُورِ . وَبِإِدَارَةِ الْمَقْبِضِ إِلَى أَعْلَى (يمين أسفل) تَرْتَفِعُ الْفَلْكَةُ لِأَعْلَى وَتَسْمَحُ لِلْمَاءِ بِالانْسِيَابِ . وَتَتَوَقَّفُ الْمَسَافَةُ الَّتِى تَتحرَّكُهَا الْفَلْكَةُ عَلَى مِقْدَارِ دَوَرَانِ الْمَقْبِضِ وَمِقْدَارِ ضَغْطِ الْماءِ الْمُنْسَكِبِ .

كَيْفَ تغسلُ الملابِسَ بِواسِطَةِ الآلَةِ ؟

غَسَّالَةُ الْملَابِسِ الذَّاتِيَّةُ الحرَكَةِ هِيَ أَساسًا حَوْضٌ يَعْمَلُ بِمُحَرِّكٍ وَبِداخِلِهِ حَلَّةٌ مُثَقَّبَةٌ بِصُفُوفٍ مِنْ ثُقُوبٍ صَغِيرَةٍ . وَبَعْدَ وَضْعِ المَلَابِسِ الْقَذِرَةِ فِي الْحَلَّةِ ، وَكَمِّيَّةٍ مِنَ الْمُنَظِّفِ فِي الْأُنْبُوبِ الدَّاخِلِيَّةِ ، ثُمَّ تَشْغِيلِ الْآلَةِ ، فَإِنَّ الْغَسَّالَةَ تَمْتَلِئُ بِالْماءِ وَتُقَلِّبُ الْمَلَابِسَ بِداخِلِهَا . وَنَتِيجَةً لِلحَرَكَةِ إِلَى الْأَمَامِ وَالْخَلْفِ ، تَكْشِطُ الْقَذَارَةَ وَتَنْفَصِلُ فِي الْماءِ ذِي الرَّغْوَةِ ، ثُمَّ تُفْرِغُ الْغَسَّالَةُ الْماءَ الصَّابُونِيَّ بِإِدَارَةِ الْحَلَّةِ الدَّاخِلِيَّةِ فَتَعْمَلُ الْقُوَّةُ الطَّارِدَةُ المركَزِيَّةُ عَلَى دَفْعِ الْماءِ إِلَى الخَارِجِ مِنَ الثُّقُوبِ . وَتَمْتَلِئُ الْغَسَّالَةُ بِمَاءٍ نَظِيفٍ مَرَّةً أُخْرَى ، وَتُقَلِّبُ الْمَلَابِسَ ثَانِيَةً لِتُشْطَفَ الْملَابِسُ مِنْ آثَارِ الْمُنَظِّفِ ، ثُمَّ تُفْرِغُ الْماءَ . وَفِي النِّهَايَةِ تَدُورُ الْحَلَّةُ الدَّاخِلِيَّةُ بِسُرْعَةٍ كَبِيرَةٍ لِتَطْرُدَ مِنَ الْملَابِسِ أَقْصَى مَا يُمْكِنُ مِنَ الْماءِ .

وَيُصَاحِبُ كُلَّ هَذِهِ الْخُطُوَاتِ مُوَقِّتٌ فِي الْغَسَّالَةِ . وَتَتَحَكَّمُ مُتَحَكِّمَاتٌ أُخْرَى فِي كَمِّيَّةِ الْماءِ الْمُسْتَخْدَمَةِ وَدَرَجَةِ حَرَارَتِهَا وَمُدَّةِ وَطَرِيقَةِ تَقْلِيبِ الْملَابِسِ .

دَاخِلَ غَسَّالَةِ الْملَابِسِ

مُحَرِّكٌ

مِرْوَحَةُ تَبْرِيدٍ

سَيْرٌ (حزام)

التَّخَلُّصُ مِنَ الْقَذَارَةِ

يَعْمَلُ الْماءُ وَالحرَكَةُ الآلِيَّةُ مَعًا عَلَى طَرْدِ الْقَذَارَةِ مِنَ الْملَابِسِ . وَيُضَافُ الْمُنَظِّفُ إِلَى الْماءِ لِيُسَاعِدَ عَلَى التَّخَلُّصِ مِنَ الْقَذَارَةِ الَّتِي لَا تَذُوبُ فِي الْماءِ .

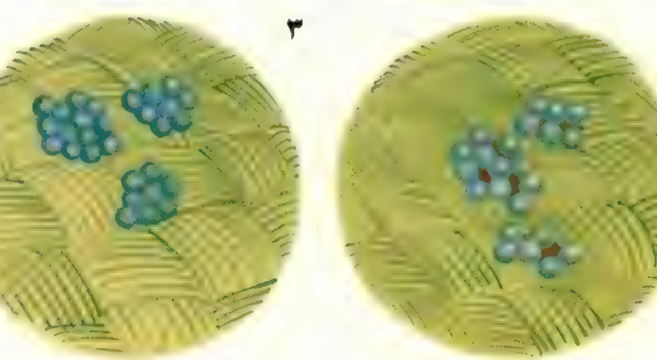
١

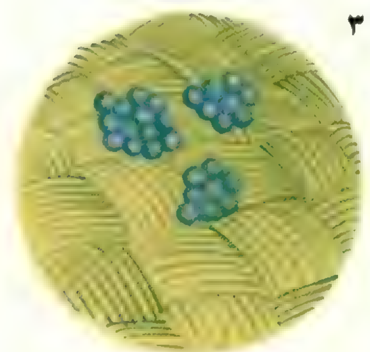
ملابس

جُزَيْءُ مُنَظِّفٍ

قَذَارَةٌ

١ ــ تَلْتَصِقُ الْقَذَارَةُ الدُّهْنِيَّةُ بِالْمَلَابِسِ بِقُوَّةِ تَوَتُّرٍ سَطْحِيٍّ عَالِيَةٍ لَا يَسْتَطِيعُ الْماءُ أَنْ يَكْسِرَهَا . وَنَقْعُ الْملَابِسِ فِي الْماءِ الْخَالِصِ لَنْ يَطْرُدَ هَذَا النَّوْعَ مِنَ الْقَذَارَةِ .



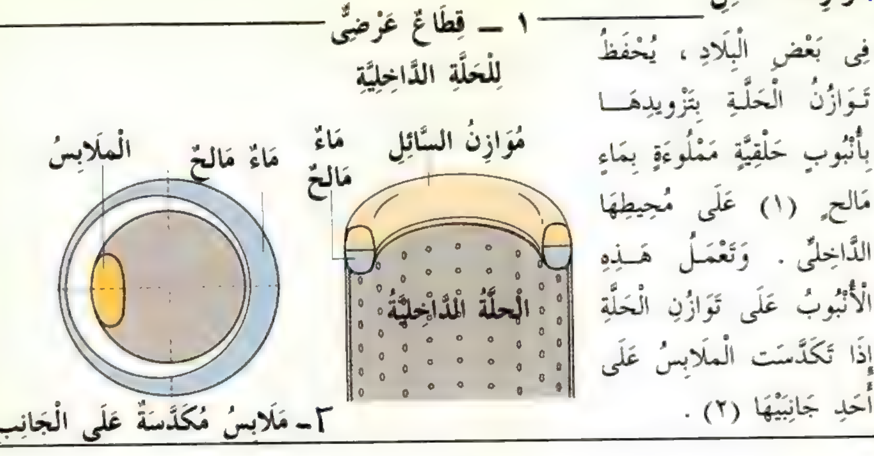


٢ ــ تَدْخُلُ جُزَيْئَاتُ الْمُنَظِّفِ فِي الْمَلَابِسِ ، فَتَضْعُفُ الرَّوَابِطُ الَّتِي تَرْبِطُ الْقَذَارَةَ بِالْأَنْسِجَةِ ، وَتَتَحَرَّرُ الْقَذَارَةُ .

٣ ــ تُكْسَحُ الْقَذَارَةُ السَّائِبَةُ بَعْدَ انْفِصَالِهَا عَنِ الْأَنْسِجَةِ مَعَ جُزَيْئَاتِ الْمُنَظِّفِ بِوَاسِطَةِ الْماءِ .

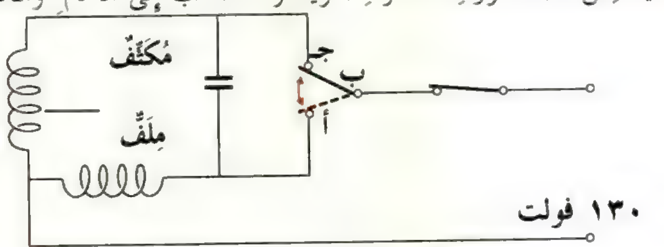


فِي بَعْضِ الْبِلَادِ ، يُحْفَظُ تَوَازُنُ الْحَلَّةِ بِتَزْوِيدِهَا بِأُنْبُوبٍ حَلْقِيَّةٍ مَمْلُوءَةٍ بِمَاءٍ مَالِحٍ (١) عَلَى مُحِيطِهَا الدَّاخِلِيِّ . وَتَعْمَلُ هَذِهِ الْأُنْبُوبُ عَلَى تَوَازُنِ الْحَلَّةِ إِذَا تَكَدَّسَتِ الْمَلَابِسُ عَلَى أَحَدِ جَانِبَيْهَا (٢) .



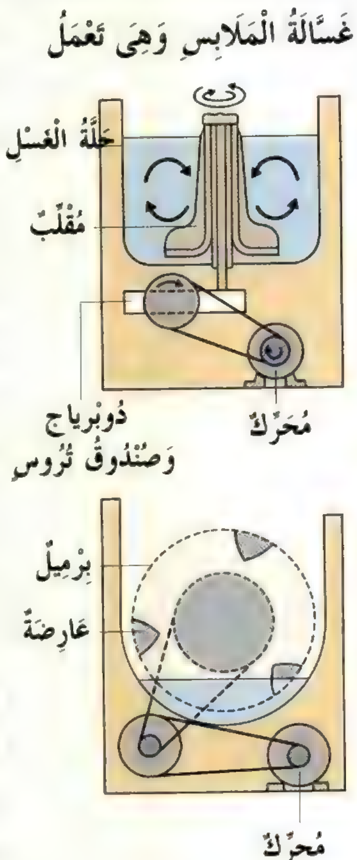
كَيْفَ يَعْمَلُ الْمُقَلِّبُ

يَتَحَرَّكُ الْمُقَلِّبُ بِمُحَرِّكٍ تَأْثِيرِيٍّ مِنْ نَوْعِ الْمُكَثِّفِ ذِي الطَّوْرِ الْوَاحِدِ ، وَمَلَفَّيْنِ يَتَعَامَدُ كُلٌّ مِنْهُمَا عَلَى الْآخَرِ (أسفل يسار) . وَيُرْسَلُ التَّيَّارُ أَوَّلًا بِوَاسِطَةِ مُوَقِّتٍ (أ) إِلَى أَحَدِ الْمِلَفَّيْنِ (ب) ثُمَّ إِلَى الْمِلَفِّ الْآخَرِ (ج) فَيَنْعَكِسُ اتِّجَاهُ دَوَرَانِ الْمُحَرِّكِ ، وَيَتَحَرَّكُ الْمُقَلِّبُ إِلَى الْأَمَامِ وَالْخَلْفِ .



غَسَّالَةُ الْمَلَابِسِ وَهِيَ تَعْمَلُ

غَسَّالَاتُ الْمَلَابِسِ الْمُتَرَدِّدَةُ وَالدُّوَّامِيَّةُ (يمين) تَحُكُّ الْمَلَابِسَ بِوَاسِطَةِ الْحَرَكَاتِ الْأَمَامِيَّةِ وَالْخَلْفِيَّةِ لِعَوَارِضِ الْمُقَلِّبِ بِالْقُرْبِ مِنْ قَاعِ الْحَلَّةِ . وَتَنْتَقِلُ قُدْرَةُ الْمُحَرِّكِ إِلَى الْمُقَلِّبِ بِوَاسِطَةِ بَكَرَةٍ وَسَيْرٍ ، وَتَنْتُجُ الْحَرَكَةُ الِاهْتِزَازِيَّةُ عَنِ انْعِكَاسِ دَوَرَانِ الْمُحَرِّكِ . وَفِي الْغَسَّالَاتِ أَمَامِيَّةِ التَّحْمِيلِ (يمين) . تَكُونُ الْحَلَّةُ عِبَارَةً عَنْ بِرْمِيلٍ دَوَّارٍ مُثَقَّبٍ بِثُقُوبٍ صَغِيرَةٍ كَثِيرَةٍ وَمُزَوَّدٍ بِبُرُوزَاتٍ قَصِيرَةٍ (أو عوارض) . وَبَيْنَمَا يَدُورُ الْبِرْمِيلُ فَإِنَّ الْعَوَارِضَ تَحْمِلُ الْمَلَابِسَ إِلَى أَعْلَى ثُمَّ تُسْقِطُهَا ثَانِيَةً فِي مَحْلُولِ الْمُنَظِّفِ . وَيَتَكَرَّرُ هَذَا بِاسْتِمْرَارٍ .





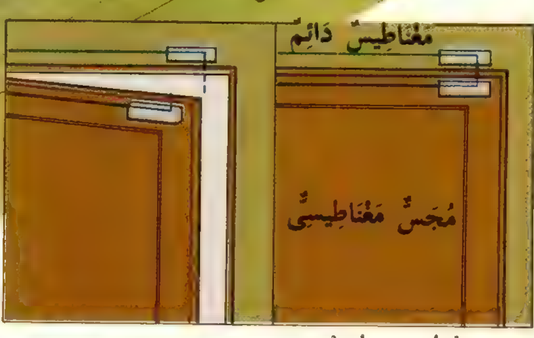


مَا هُوَ نِظَامُ الْأَمنِ؟

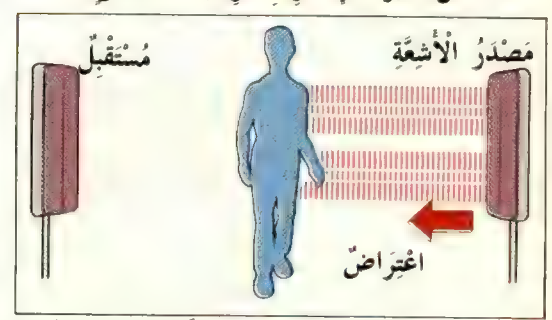
يَتكَوَّنُ نظَامُ الْأَمْنِ مِنْ مُجسَّاتٍ إِلكْترونِيَّةٍ تَتَّصِلُ بِمُتحَكِّمٍ مَرْكَزِيٍّ أَوْ مُستَقْبِلٍ . وَتَجْمعُ الْمُجسَّاتُ الْمَعْلُومَاتِ دَاخِلَ وَخارِجَ الْمَنْزِلِ وَتُرَحِّلُهَا إِلَى الْمُستَقْبِلِ . وَفِى حَالَةِ قَطْعِ الدَّائِرَةِ ، يُرسِلُ الْمُستَقْبِلُ إشَارَاتِ إِنْذَارٍ إِلَى مَجْمُوعَةِ الْأَمْنِ . وَيُبيِّنُ هَذَا الْمَقْطَعُ فِى مَنْزِلٍ خَمْسَةَ أَنْوَاعٍ مِنْ مُجسَّاتِ الْإِنْذَارِ وَكَيْفَ تَتَّصِلُ بِالْمُسْتَقْبِلِ . وَالْأَشْكَالُ الصَّغِيرَةُ تُبيِّنُ الْأَنْوَاعَ الْمُخْتَلِفَةَ مِنْ أَنْظِمَةِ الْإِنْذَارِ مُرَقَّمَةً حَسْبَ مَوَاضِعِهَا فِى الشَّكْلِ الرَّئِيسِيِّ . وَتَستَخْدِمُ الْمُجسَّاتُ وَسَائِلَ مُتَنَوِّعَةً لِتَحدِيدِ مَكَانِ الْمُشْكِلَةِ . فَيُرْسِلُ الْبَعْضُ مَوْجَاتٍ تَحْتَ حَمْرَاءَ أَوْ مَوْجَاتٍ صَوْتِيَّةً عَالِيَةَ التَّرَدُّدِ لِتُوضِّحَ أَىَّ نَوْعٍ مِن التَّدَاخُلِ (٣ ــ ٤) ، وَالْبَعْضُ الْآخَرُ يَفْتَحُ وَيُغْلِقُ دَوَائِرَ كَهْرَبِيَّةً بِطَرِيقَةٍ مَغْنَاطِيسِيَّةٍ (٢) ، أَوْ يَكْشِفُ الِاهْتِزَازَاتِ (١) ، بَيْنَمَا مَا زَالَ الْبَعْضُ الْآخَرُ يُجِسُّ حَرَارَةَ إِشْعَاعٍ تَحْتَ الْحمْرَاءِ نَاتِجٍ عَنْ حَرَكَةِ الْأَجْسَامِ الْبَشَرِيَّةِ (٥) فِى مَسَارِهَا .



١ ــ اِهْتِزَازَاتُ الزُّجَاجِ الْمَكْسُورِ تُشغِّلُ المجسَّ .



٢ ــ تُقفَلُ دَائِرَةُ الْإِنْذَارِ بِتَحْرِيكِ مَغْنَاطِيسٍ .



٣ ــ يَنْطَلِقُ الْإِنْذَارُ عِنْدَ قَطْعِ الْأَشِعَّةِ تَحتَ الْحَمْرَاءِ .

كَاشِفَاتُ اقْتِحَامِ مَنْزِلٍ

١ ــ تَسْتَجِيبُ مُجَسَّاتُ كَسْرِ الزُّجَاجِ إِلَى اهْتِزَازَاتِ الزُّجَاجِ الْمكْسُورِ .

٢ ــ عِنْدَ اسْتِخْدَامِ مُجَسٍّ مَغْنَاطِيسِىٍّ ، فَإِنَّ الدَّائِرَةَ تُفْتَحُ أَوْ تُقْفَلُ لِإِطْلَاقِ الْإِنْذَارِ عِنْدَمَا يَبْتَعِدُ الْمَغْنَاطِيسُ عَنِ الْمجَسِّ .

٣ ــ الْإِنْذَارُ بِاعْتِرَاضِ الْأَشِعَّةِ يُرسِلُ أَشِعَّةً تَحْتَ حَمْرَاءَ إِلَى كَاشِفِ الْأَشِعَّةِ . وَعِنْدَمَا يَعْتَرِضُ مُتطَفِّلٌ مَسَارَ الْأَشِعَّةِ ، يَنْطَلِقُ الْإِنْذَارُ .



٤ ـ مُجَسُّ الْإِقْفَالِ يَحْرُسُ الْبَابَ .

٤ ـ مُجَسُّ الْإِقْفَالِ ، يَتَدَلَّى مِنَ السَّقْفِ ، وَيَبْعَثُ أَشِعَّةً تَحْتَ حَمْرَاءَ أَوْ مَوْجَاتٍ فَوْقَ صَوْتِيَّةٍ عَالِيَةَ التَّرَدُّدِ إِلَى بَابِ الْجرَاجِ . وَإِذَا ظَلَّ الْبَابُ مُغْلَقًا ، فَإِنَّ الشُّعَاعَ الْمُرْتَدَّ إِلَى الْمُجَسِّ يَحْفَظُ الْإِنْذَارَ صَامِتًا . وَلَكِنْ إِذَا فَتَحَ مُقْتَحِمٌ الْبَابَ ، فَإِنَّ الشُّعَاعَ يَرْتَدُّ إِلَى الْمُجَسِّ ، وَيَبْعَثُ الْمُجَسُّ إِشَارَاتٍ إِلَى الْمُسْتَقْبِلِ الرَّئِيسِيِّ (٨) .

٥ ـ مُسْتَقْبِلَاتُ الْأَشِعَّةِ تَحْتَ الْحَمْرَاءِ الْمُتَحَرِّكَةِ تُجِسُّ الْأَشِعَّةَ تَحْتَ الْحَمْرَاءِ ـ أَوِ الْحَرَارَةَ ـ الْمُنْبَعِثَةَ مِنْ جِسْمِ الْإِنْسَانِ .

٦ ـ عِنْدَ الضَّغْطِ عَلَى زِرِّ الْإِنْذَارِ فِي حَالَةِ طَوَارِئ لِطَلَبِ النَّجْدَةِ فَإِنَّهُ يُطْلِقُ إِنْذَارًا لَا يَتَوَقَّفُ إِلَّا بَعْدَ إِعَادَةِ تَجْهِيزِ النِّظَامِ .

٧ ـ يَرِنُّ الْجَرَسُ عَالِيًا إِذَا اكْتَشَفَ الْمُجَسُّ اقْتِحَامًا أَوْ ضُغِطَ عَلَى زِرِّ الطَّوَارِئ . وَيَعْمَلُ الْجَرَسُ بِالْبَطَّارِيَّةِ حَتَّى فِي حَالَةِ انْقِطَاعِ التَّيَّارِ الْكَهْرَبِيِّ .

٨ ـ الْمُسْتَقْبِلُ هُوَ مُخُّ جِهَازِ الْإِنْذَارِ ، وَيَتَسَلَّمُ الْإِشَارَاتِ الْكَهْرَبِيَّةَ مِنَ الْمُجَسَّاتِ ، وَيُطْلِقُ إِنْذَارًا صَوْتِيًّا طَلَبًا لِلنَّجْدَةِ .

٥ ـ مُجَسُّ الْأَشِعَّةِ تَحْتَ الْحَمْرَاءِ يَكْشِفُ حَرَارَةَ الْجِسْمِ .

كَيْفَ تَقُومُ غَسَّالَةُ الأَطْبَاقِ بِتَنْظِيفِ الأَطْبَاقِ؟

غَسَّالَةُ أَطْبَاقٍ
وَهِيَ تَعْمَلُ

١ ــ حَامِلُ الأَطْبَاقِ
٢ ــ مُنَظِّمُ دُخُولِ الْمَاءِ
٣ ــ أُنْبُوبُ الْمَاءِ الدَّاخِلِ
٤ ــ أُنْبُوبُ تَفْرِيغِ الْمَاءِ
٥ ــ ذِرَاعُ الرَّشَّاشِ
٦ ــ مُسَخِّنٌ
٧ ــ مُرَشِّحٌ

دَوْرَاتُ الْغَسْلِ وَالصَّرْفِ وَالشَّطْفِ وَالتَّجْفِيفِ

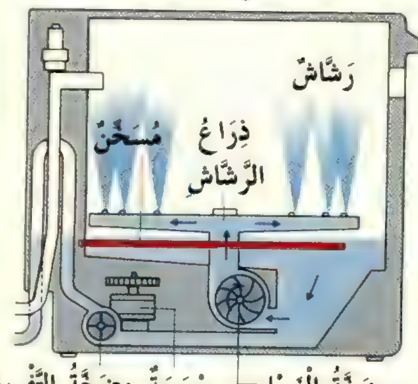
١ ــ الْغَسْلُ . عِنْدَمَا تُشَغَّلُ الْغَسَّالَةُ ، يَنْسَابُ الْمَاءُ إِلَى قَاعِهَا . وَيُسَخِّنُ عُنْصُرُ التَّسْخِينِ الْمَاءَ وَتُضِيفُ إِلَيْهِ الْغَسَّالَةُ الْمُنَظِّفَ . وَتُجْبِرُ مِضَخَّةُ الْغَسْلِ الْمَاءَ عَلَى الْخُرُوجِ تَحْتَ ضَغْطٍ عَالٍ خِلَالَ أُنْبُوبٍ ثُمَّ فِي ذِرَاعِ الرَّشَّاشِ ، فَيَنْدَفِعُ الْمَاءُ الصَّابُونِيُّ مِنْ فُتْحَاتِ الرَّشَّاشِ عَلَى الأَطْبَاقِ . ثُمَّ يَسْقُطُ إِلَى قَاعِ الْغَسَّالَةِ حَيْثُ يُرَشَّحُ ثُمَّ يُرَشُّ عَلَى الأَطْبَاقِ مَرَّةً أُخْرَى .

٢ ــ الصَّرْفُ . يَقِفُ مُحَرِّكُ الْغَسْلِ . وَيُسْقِطُ الْمَاءَ الْقَذِرَ إِلَى الْقَاعِ ثُمَّ تَطْرُدُهُ مِضَخَّةُ التَّفْرِيغِ .

٣ ــ الشَّطْفُ . يَدْخُلُ الْمَاءُ النَّقِيُّ إِلَى قَاعِ الْغَسَّالَةِ . وَتَرُشُّ مِضَخَّةُ الْغَسْلِ الْمَاءَ عَلَى الأَطْبَاقِ عِدَّةَ مَرَّاتٍ لِتَشْطُفَهَا .

٤ ــ التَّجْفِيفُ . تَدْفَعُ الْمِرْوَحَةُ هَوَاءً عَبْرَ الأَطْبَاقِ لِيَخْرُجَ مِنْ فُتْحَةِ تَهْوِيَةٍ حَامِلًا الرُّطُوبَةَ إِلَى الْخَارِجِ وَقَدْ يُشَغَّلُ مُسَخِّنٌ عَلَى فَتَرَاتٍ لِيُسْرِعَ تَبَخُّرَ الْمَاءِ مِنْ سَطْحِ الأَطْبَاقِ .

١ ــ الْغَسْلُ

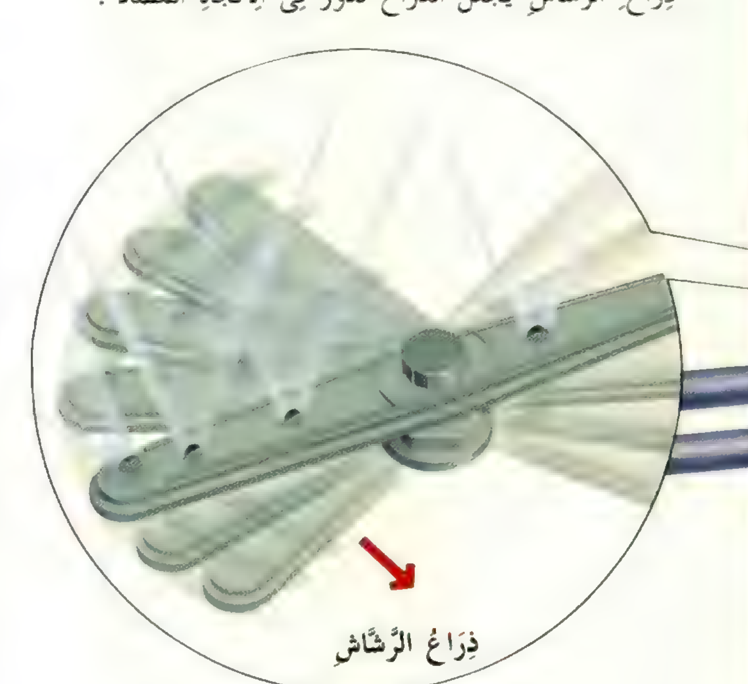


تَسْتَخْدِمُ غَسَّالَاتُ الْأَطْبَاقِ الذَّاتِيَّةُ نَفَّاثَاتٍ مِن الْمَاءِ الْبَارِدِ وَالسَّاخِنِ الْمَخْلُوطِ بِمُنَظِّفَاتٍ خاصَّةٍ لِتُنَظِّفَ الْأَطْبَاقَ الْمُتَّسِخَةَ . وَيَجِبُ أَنْ تُرَتَّبَ الْأَطْبَاقُ أَوَّلًا فِي حَوَامِلِهَا حَتَّى تَكُونَ بَيْنَهَا مَسَافَاتٌ كَافِيَةٌ . وَعِنْدَ تَشْغِيلِ الْغَسَّالَةِ ، فَإِنَّ مَنَافِثَ الْمَاءِ تَدْفَعُ الْمَاءَ الصَّابُونِيَّ السَّاخِنَ فِي كُلِّ زَاوِيَةٍ وَعَلَى سَطْحِ كُلِّ طَبَقٍ . وَيَكُونُ ضَغْطُ الْمَاءِ قَوِيًّا بِدَرَجَةٍ كَافِيَةٍ لِكَسْحِ جَمِيعِ أَنْوَاعِ الطَّعَامِ . وَالضَّغْطُ الْعَالِي لِلْمَنَافِثِ يُدِيرُ أَيْضًا ذِرَاعَ الرَّشَّاشِ لِأَنَّهُ يَنْدَفِعُ مِنْ ثُقُوبِ الذِّرَاعِ بِزَاوِيَةٍ . فَتَدُورُ الذِّرَاعُ فِي الِاتِّجَاهِ الْمُضَادِّ لِانْدِفَاعِ الْمَاءِ .

وَإِضَافَةً لِذَلِكَ ، فَإِنَّ الْغَسَّالَةَ تُسَخِّنُ الْمَاءَ إِلَى حَوَالَى ٧٠°م ، وَهِيَ دَرَجَةٌ كَافِيَةٌ لِلَسْعِ الْأَيْدِى ، وَيُمْكِنُهَا إِسَالَةُ وَشَطْفُ الدُّهُونِ وَالشُّحُومِ . وَمِنَ الْمُشْكِلَاتِ الْأُخْرَى أَيْضًا الْأَغْذِيَةُ الْجَافَّةُ الْمُلْتَصِقَةُ مِثْلُ الْبَيْضِ وَمُنْتَجَاتِ الْأَلْبَانِ . وَلِلتَّعَامُلِ مَعَ مِثْلِ هَذِهِ الرَّوَاسِبِ الْعَنِيدَةِ ، فَإِنَّ بَعْضَ الْغَسَّالَاتِ الْحَدِيثَةِ صُمِّمَتْ لِتَنْقَعَ الْأَطْبَاقَ (أسفل) قَبْلَ بَدْءِ دَوْرَةِ الْغَسِيلِ بِالرَّشَّاشِ .

دَوَرَانُ ذِرَاعِ الرَّشَّاشِ

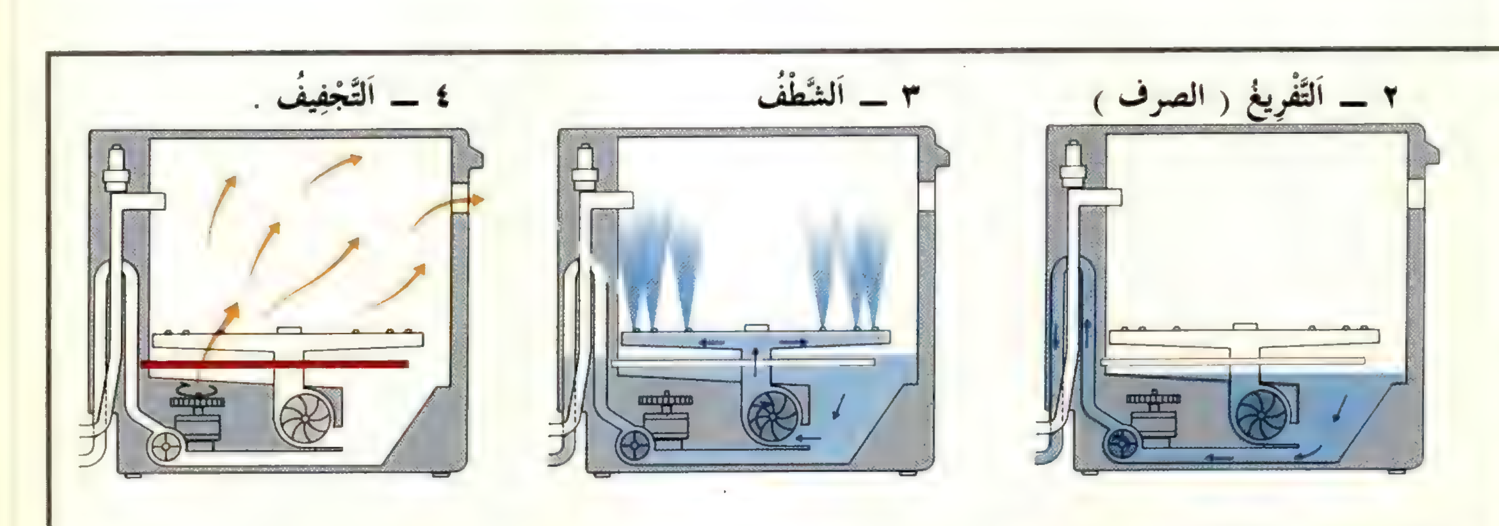
طِبْقًا لِلْقَانُونِ : فَإِنَّ كُلَّ فِعْلٍ يُسَبِّبُ رَدَّ فِعْلٍ مُسَاوِيًا لَهُ فِي الْمِقْدَارِ وَمُضَادًّا فِي الْاتِّجَاهِ ، فَإِنَّ الْمَاءَ الْمُنْدَفِعَ مِنْ فُتْحَاتِ ذِرَاعِ الرَّشَّاشِ يَجْعَلُ الذِّرَاعَ تَدُورُ فِي الِاتِّجَاهِ الْمُضَادِّ .



اَلنَّقْعُ قَبْلَ الرَّشِّ

قَدْ تُمْلَأُ بَعْضُ غَسَّالَاتِ الْأَطْبَاقِ تَمَامًا بِمَاءٍ سَاخِنٍ أَوْ بَارِدٍ لِتُنْقَعَ جَمِيعُ الْأَطْبَاقِ قَبْلَ أَنْ تَبْدَأَ دَوْرَةُ الرَّشِّ ، وَذَلِكَ لِتَلْيِينِ الطَّعَامِ اللَّزِجِ أَوِ الْمُلْتَصِقِ .



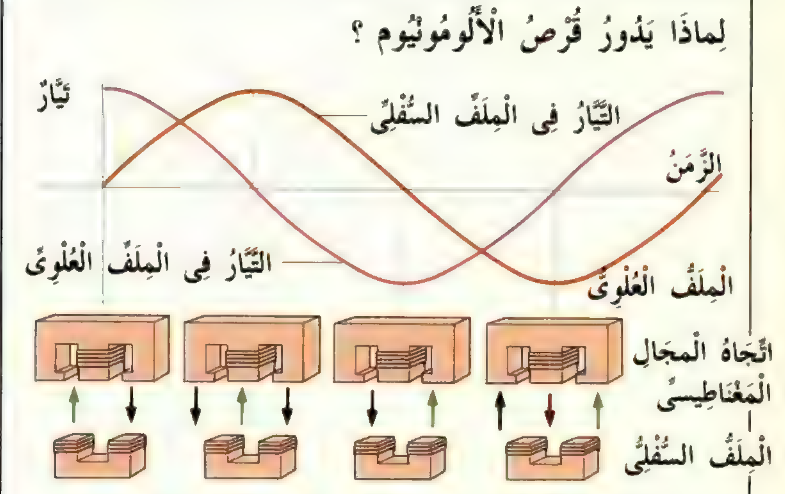


كَيْفَ تَعْمَلُ عَدَّادَاتُ الْقُدْرَةِ الْكَهْرَبِيَّةِ ؟

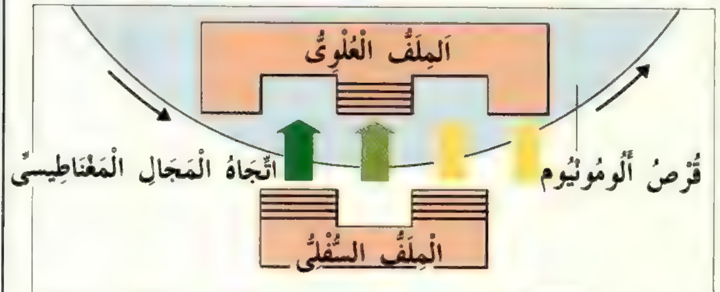
تَسْتَخْدِمُ شَرِكَاتُ الكَهْرَبَاءِ عَدَّادَاتٍ تَضَعُهَا مَعَ لَوْحَاتِ التَّوْزِيعِ الْكَهْرَبِيِّ لِتَحْدِيدِ كَمِّيَّةِ الكَهْرَبَاءِ الَّتِي تَمَّ اسْتِخْدَامُهَا وَتَحْسُبُ مُسْتَحَقَّاتِهَا عَنْ قِيمَةِ هَـذَا الاِسْتِهْلَاكِ . وَوَحْدَةُ الْقِيَاسِ هِيَ الْكِيلُووَات / سَاعَة ، وَهُوَ اسْتِهْلَاكُ قُدْرَةٍ تَبْلُغُ ١٠٠٠ وات لِمُدَّةِ سَاعَةٍ كَامِلَةٍ . وَيَعْتَمِدُ عَمَلُ عَدَّادِ الْقُدْرَةِ عَلَى حَقِيقَةٍ اكْتُشِفَتْ فِي أَوَائِلِ الْقَرْنِ ١٩ بِوَاسِطَةِ عِدَّةِ عُلَمَاءَ وَتَنُصُّ عَلَى أَنَّ التَّيَّارَ الْكَهْرَبِيَّ الْمَارَّ فِي مِلَفٍّ يُوَلِّدُ قُوَّةً عَلَى مَغْنَاطِيسٍ دَائِمٍ . وَدَاخِلَ عَدَّادِ الْقُدْرَةِ الْكَهْرَبِيَّةِ ، تُحَرِّكُ هَذِهِ الْقُوَّةُ قُرْصًا دَوَّارًا . وَيُوَلِّدُ الْمَغْنَاطِيسُ الدَّائِمُ قُوَّةً فَرْمَلَةٍ (مضادة للدوران) تُحَافِظُ عَلَى أَنْ تَكُونَ حَرَكَةُ الْقُرْصِ مُتَنَاسِبَةً مَعَ شِدَّةِ التَّيَّارِ . وَيَتَّصِلُ الْقُرْصُ — بِوَاسِطَةِ تُرُوسٍ — بِعَدَّادٍ (أسفل — يسار) يُسَجِّلُ عَدَدَ دَوْرَاتِ الْقُرْصِ . وتَتَوَقَّفُ هَذِهِ الدَّوْرَاتُ عَلَى مِقْدَارِ الْقُدْرَةِ الْمُسْتَخْدَمَةِ ، وَبِالتَّالِي فَهِيَ تَقِيسُهَا .



لِمَاذَا يَدُورُ قُرْصُ الْأَلُومُنْيُوم ؟



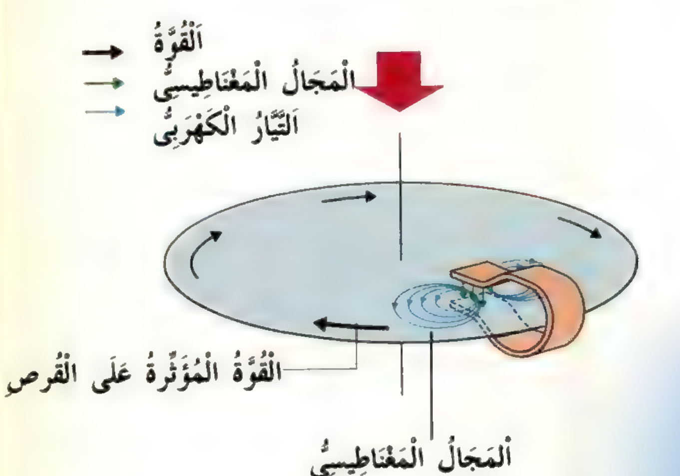
أَحَدُ الْمِلَفَّيْنِ لَهُ لَفَّاتٌ كَثِيرَةٌ ، وَلِلْآخَرِ لَفَّاتٌ قَلِيلَةٌ . وَالْفَرْقُ بَيْنَ عَدَدِ اللَّفَّاتِ يَجْعَلُ التَّيَّارَ الْكَهْرَبِيَّ مُتَأَخِّرًا رُبْعَ مَوْجَةٍ ، فَيَحْدُثُ تَغَيُّرٌ فِي اتِّجَاهِ الْمَجَالِ الْمَغْنَاطِيسِيِّ أَثْنَاءَ كُلِّ دَوْرَةٍ لِلتَّيَّارِ . وَهَذَا التَّغَيُّرُ فِي اتِّجَاهِ الْمَجَالِ هُوَ نَفْسُ مَا يَحْدُثُ عِنْدَ تَحْرِيكِ مَغْنَاطِيسٍ .



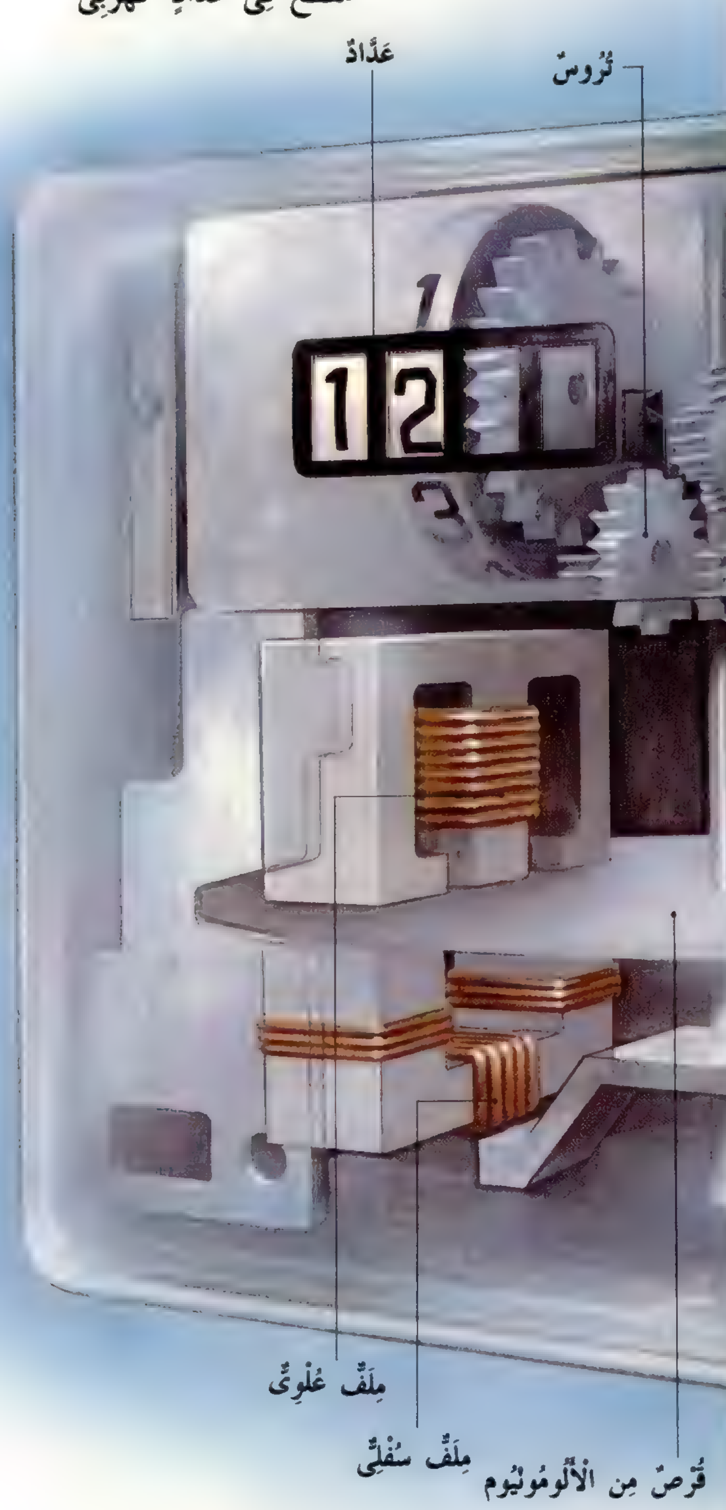
تُنْتِجُ كُلُّ دَوْرَةٍ مِنَ الطَّاقَةِ الْمَغْنَاطِيسِيَّةِ (الأسهم) نَبَضَاتٍ مُتَتَابِعَةً مِنَ الْقُوَّةِ الْمَغْنَاطِيسِيَّةِ مِنَ الْيَسَارِ إِلَى الْيَمِينِ مِنْ حِدْوَةِ الْمَغْنَاطِيسِ تَحْتَ الْقُرْصِ . وَهَذِهِ النَّبَضَاتُ لَهَا نَفْسُ تَأْثِيرِ مَغْنَاطِيسٍ مُتَحَرِّكٍ ، فَتُدِيرُ قُرْصَ الْعَدَّادِ .

قُرصٌ يَدُورُ بِالْمَغْنَاطِيسِيَّةِ

فِي عَامِ ١٨٢٤ ، اكْتَشَفَ فَرَانْسُوا أَرَاجُو أَنَّهُ إِذَا وُضِعَ قُرصٌ نُحَاسِيٌّ — دُونَ تَلَامُسٍ — بَيْنَ قُطْبَيْ مَغْنَاطِيسٍ دَائِمٍ (يسار أعلى) وَأُدِيرَ الْمَغْنَاطِيسُ (يسار أسفل) ، فَإِنَّ الْقُرْصَ يَدُورُ لِتَتَبُّعِ الْمَغْنَاطِيسِ . وَتَحرِيكُ الْمَغْنَاطِيسِ يُغَيِّرُ الْمَجَالَ الْمَغْنَاطِيسِيَّ حَوْلَ الْقُرْصِ وَيُؤَخِّرُ قُوَّةَ جَذْبِ الْمَغْنَاطِيسِ . وَيَدُورُ الْقُرْصُ كَأَنَّهُ مُحَرِّكٌ وَلكِنَّهُ يَتَأَخَّرُ دَائِمًا عَنْ حَرَكَةِ الْمَغْنَاطِيسِ .

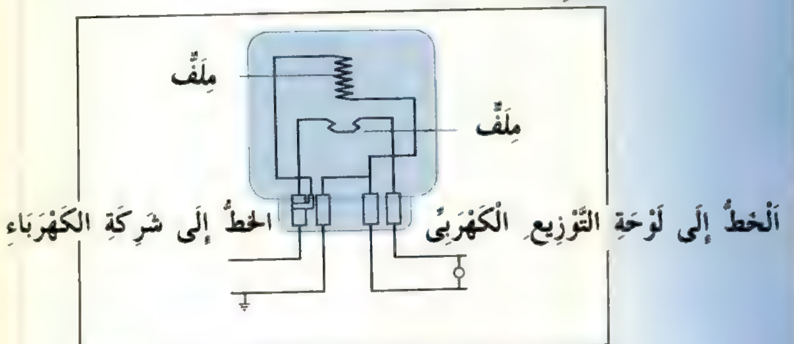


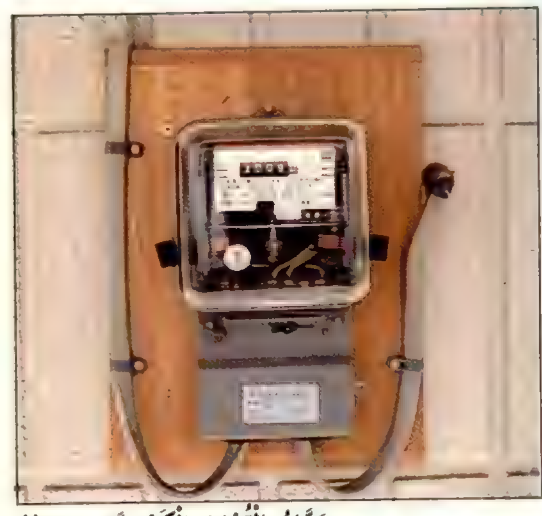
مَقْطَعٌ فِي عَدَّادٍ كَهْرَبِيٍّ



دَائِرَةُ عَدَّادِ الْقُدْرَةِ

يَعْمَلُ الْعَدَّادُ كَأَنَّهُ مُحَرِّكٌ كَهْرَبِيٌّ يُدِيرُ قُرصًا مِنَ الْأَلُومُونْيُوم . وَبَيْنَمَا يَدُورُ الْقُرْصُ ، فَإِنَّهُ يُدِيرُ تَدَارِيجَ الْعَدَّادِ الَّتِي تُسَجِّلُ كَمِّيَّةَ الْكَهْرَبِيَّةِ الْمُسْتَخْدَمَةِ فِي الْمَنْزِلِ .

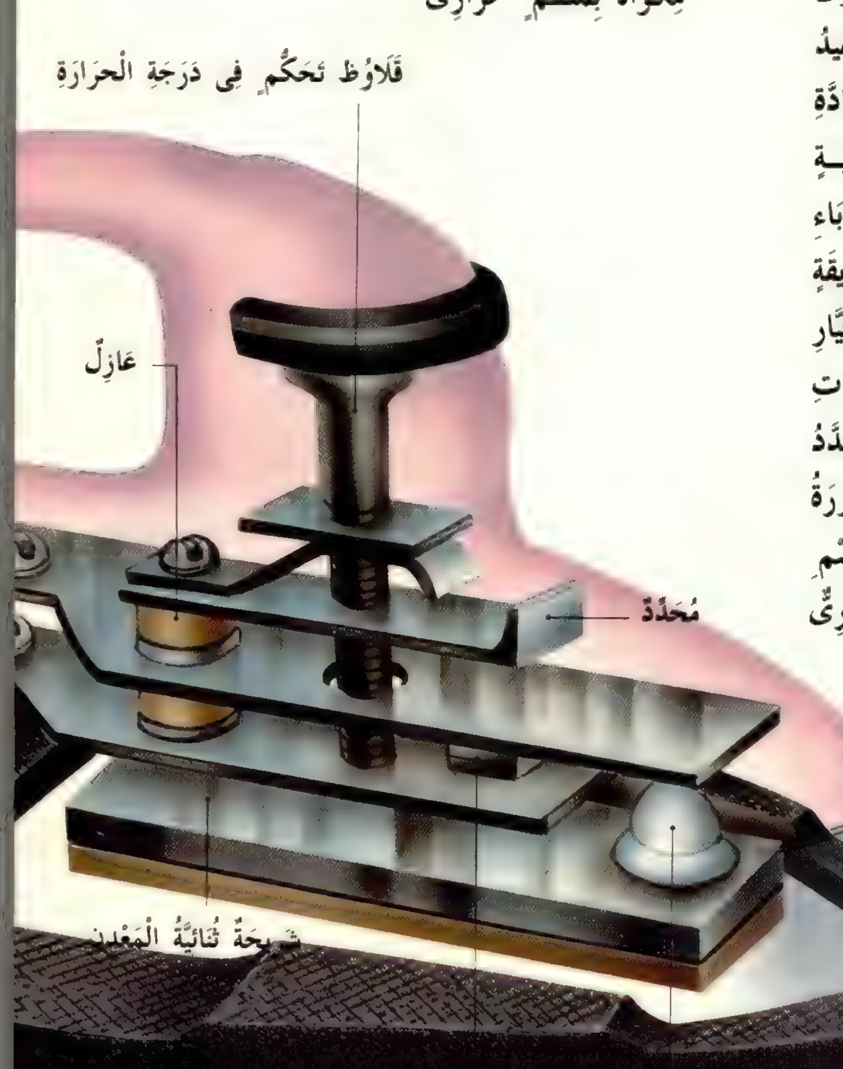




عَدَّادُ الْقُدْرَةِ الْكَهْرَبِيَّةِ وَدَائِرَتُهُ

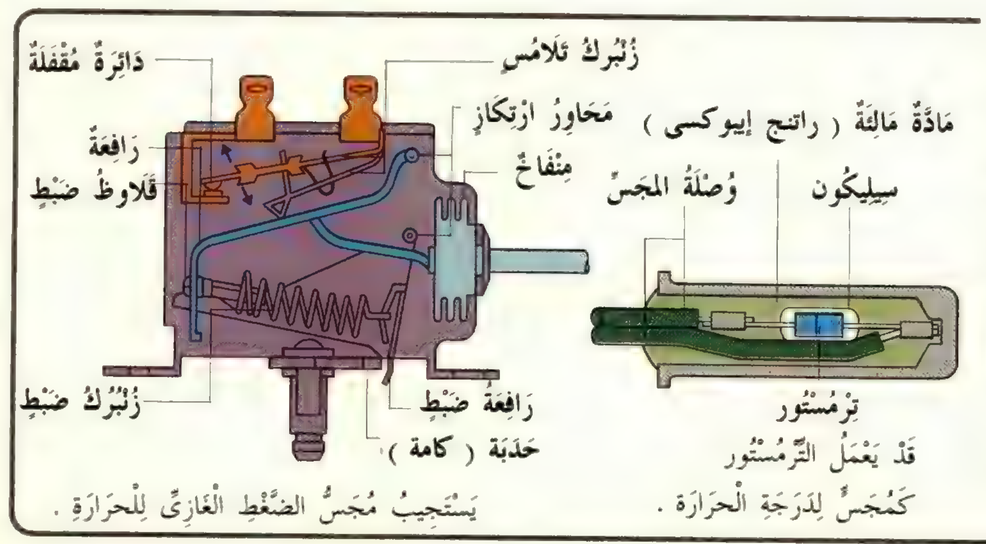
مَا الَّذِى يُشَغِّلُ الْمُنَظِّمَاتِ الْحَرَارِيَّةَ (التِّرْمُوسْتَات) وَيُوقِفُهَا؟

تُنَظِّمُ الْمُنَظِّمَاتُ الْحَرَارِيَّةُ دَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ فِى الْمَكَاوِى وَالْمُسَخِّنَاتِ وَالْأَفْرَانِ وَالثَّلَّاجَاتِ وَالْمُكَيِّفَاتِ. وَيَسْتَفِيدُ كُلُّ نَوْعٍ لِلْمُنَظِّمِ الْحَرَارِيِّ مِن الْخَواصِّ الطَّبِيعِيَّةِ لِلْمَادَّةِ الْمَصْنُوعِ مِنْهَا. فَالْمعَادِنُ فِى مُقَاوِمَةٍ حَرَارِيَّةٍ (الترميستور) ــ مَثَلًا ــ تَفْقِدُ مَقَاوَمَتَها لِمُرُورِ الْكَهْرَبَاءِ عِنْدَمَا تَسْخُنُ. وَتَعْمَلُ مُجَسَّاتُ أَشْبَاهِ الْمُوَصِّلَاتِ بِطَرِيقَةٍ مُشَابِهَةٍ، فَطِبْقًا لِدَرَجَاتِ حَرَارَتِها تُسَهِّلُ مُرُورَ التَّيَّارِ الكَهْرَبِيِّ أَوْ تُقَاوِمُهُ. وعَلَى الْعَكْسِ، فَفِى مُجَسَّاتِ الضَّغْطِ الْغَازِىِّ الَّتِى تُسْتَخْدَمُ عَادَةً فِى الثَّلَّاجَاتِ، يَتَمَدَّدُ الْغَازُ عِنْدَمَا يَسْخُنُ فَيَمْلَأُ مِنْفَاخًا يُشَغِّلُ مِفْتَاحًا لِتَبْدَأَ دَوْرَةُ التَّبْرِيدِ. وَتَسْتَخْدِمُ الْمِكْوَاةُ الْكَهْرَبِيَّةُ الظَّاهِرَةُ فِى الرَّسْمِ مُنَظِّمًا حَرَارِيًّا مِن النَّوْعِ الْمُعْتَادِ، وَهُوَ مُجَسٌّ حَرَارِيٌّ ثُنَائِيُّ الْمَعْدِنِ.



اَلتَّحَكُّمُ فِى دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ

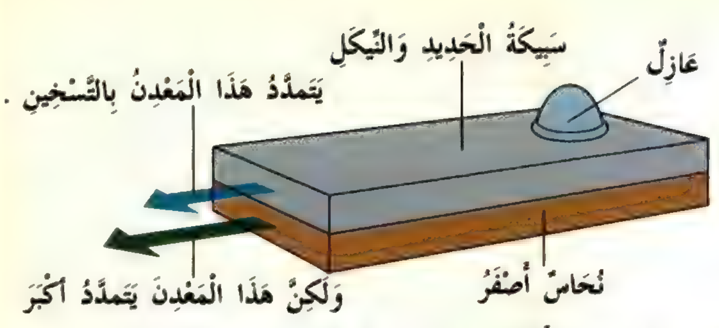
اَلتِّرْمُسْتُور هُوَ مِفْتَاحٌ كَهْرَبِيٌّ حَسَّاسٌ لِلْحَرَارَةِ: فَالْحَرَارَةُ تُقَلِّلُ مُقَاوَمَتَهُ الْكَهْرَبِيَّةَ (يسار) فَيَسْمَحُ لِلتَّيَّارِ بِالْمُرُورِ. وَيُسْتَخْدَمُ مُجَسُّ الضَّغْطِ الْغَازِىِّ (أقصى يسار) فِى مُبَخِّرِ الثَّلَّاجَاتِ. فَعِنْدَمَا تَرْتَفِعُ دَرَجَةُ الْحَرَارَةِ، يَتَمَدَّدُ الْغَازُ فَيُنَشِّطُ مِنْفَاخًا وَيُغْلِقُ دَائِرَةً كَهْرَبِيَّةً تُشَغِّلُ الضَّغَّاطَ. وَعِنْدَمَا تَنْخَفِضُ دَرَجَةُ الْحَرَارَةِ، يَنْكَمِشُ الْغَازُ فَيَفْتَحُ الدَّائِرَةَ وَيَتَوَقَّفُ الضَّغَّاطُ.



قَدْ يَعْمَلُ التِّرْمُسْتُور كَمُجَسٍّ لِدَرَجَةِ الْحَرَارَةِ.

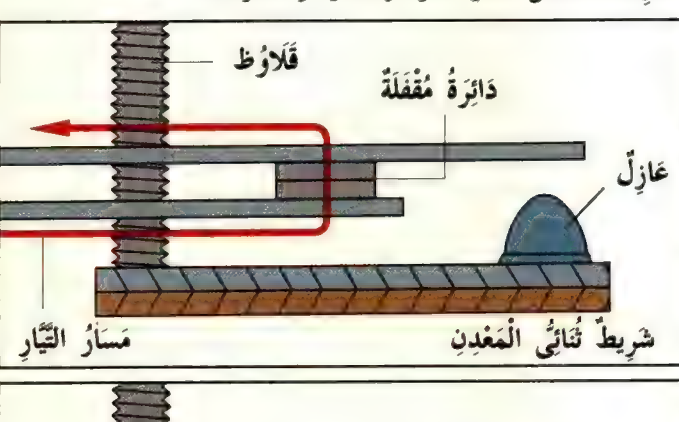
يَسْتَجِيبُ مُجَسُّ الضَّغْطِ الْغَازِىِّ لِلْحَرَارَةِ.

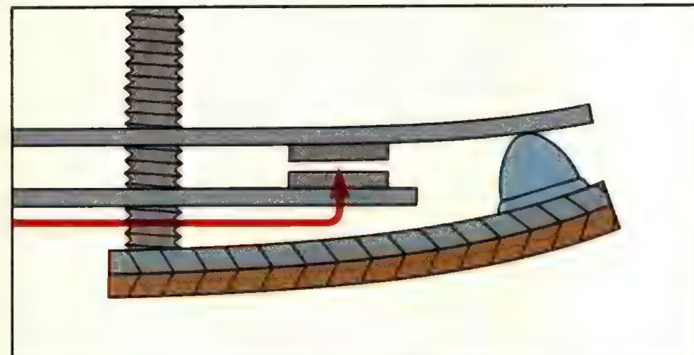
يَتحكَّمُ فِى دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ فِى الْمِكْوَاةِ شَرِيحَةٌ ثُنَائِيَّةُ الْمَعْدِنِ . وَتتكَوَّنُ مِنْ طَبَقَةٍ مِنْ سَبِيكَةٍ مِن الْحدِيدِ وَالنِّيكَل تَلْتحِمُ بِطَبَقَةٍ مِن النُّحَاسِ الْأصْفَرِ . وَيَتمَدَّدُ النُّحَاسُ أكْبَرَ مِن السَّبِيكَةِ عِنْدَ ارْتِفَاعِ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ ، فَتَتقَوَّسُ الشَّرِيحَةُ ، وَتَفْتَحُ الدَّائِرَةَ .



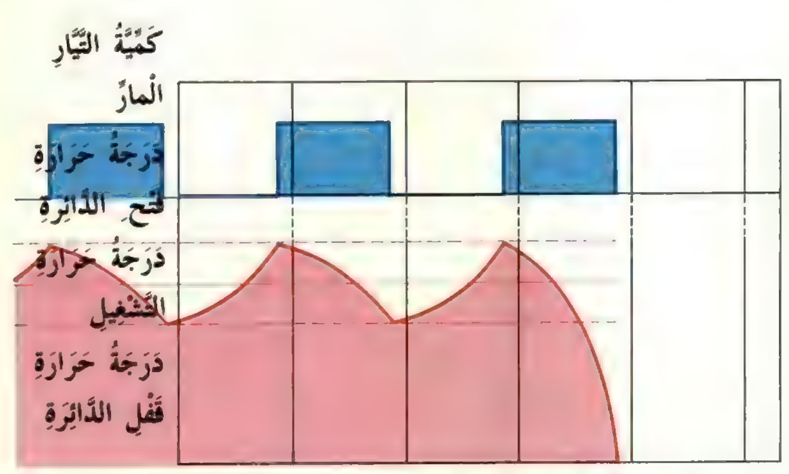
كَيْفَ يُنظِّمُ الْمُجسُّ الْحَرَارَةَ ؟

تَتمدَّدُ الْمَعَادِنُ بِمُعَدَّلَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ فِى الْمُنَظِّمِ الْحَرَارِى ثُنَائِىِّ الْمَعْدِنِ (أسفل) عِنْدَمَا تُسخَّنُ . وَالْمعْدِنُ فِى الطَّبَقَةِ الْعُلْوِيَّةِ يَتمدَّدُ أَقَلَّ . وَعِنْدَ تَشْغِيلِ الْمِكْوَاةِ ، تَعْمَلُ الْحَرَارَةُ الْعَالِيَةُ عَلَى زِيَادَةِ تَمدُّدِ الطَّبَقَةِ السُّفْلِيَّةِ فَتَتقَوَّسُ لِأَعْلَى وَتَفْتَحُ الدَّائِرَةَ فَيَتوقَّفُ مُرُورُ التَّيَّارِ الْكَهْرَبِىِّ . وَعِنْدَمَا تَبْرُدُ الْمِكْوَاةُ يَنْبَسِطُ الشَّرِيطُ ، فَتُقْفَلُ الدَّائِرَةُ ، وَيَمُرُّ التَّيَّارُ مَرَّةً أُخْرَى .

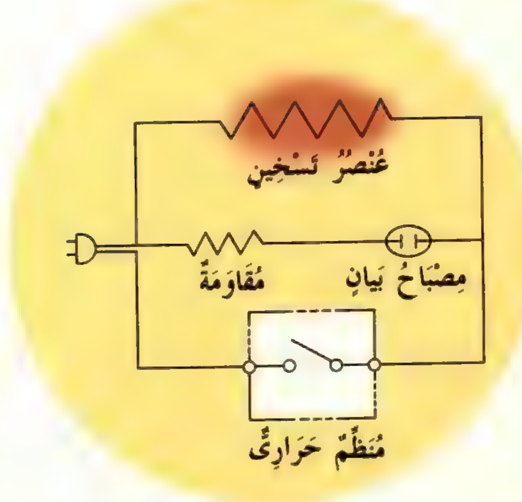




تُغْلَقُ الدَّائِرَةُ (علوى) وَتُفْتَحُ (سفلى) بِوَاسِطَةِ مُجَسٍّ حَرَارِىٍّ ثُنَائِىِّ الْمَعْدِنِ .



مَدَى دَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ لِلْمُنَظِّمِ الْحَرَارِىِّ . يُغْلِقُ الْمُنَظِّمُ الْحَرَارِىُّ ثُنَائِىُّ الْمَعْدِنِ الدَّائِرَةَ عِنْدَ دَرَجَةِ حَرَارَةٍ مُعَيَّنَةٍ وَيَفْتَحُهَا عِنْدَ دَرَجَةِ حَرَارَةٍ أُخْرَى .



اَلتَّحكُّمُ فِى الْحَرَارَةِ فِى مِكْوَاةٍ . عِنْدَمَا يُغْلِقُ الْمُجَسُّ الْحَرَارِىُّ الدَّائِرَةَ ، يُسخِّنُ التَّيَّارُ عُنْصُرَ التَّسْخِينِ وَيُضِىءُ الْمِصْبَاحَ لِيَدُلَّ عَلَى أَنَّ الْمِكْوَاةَ فِى حَالَةِ تَسْخِينٍ .

كَيْفَ يَقُومُ مُكَيِّفُ الْهَوَاءِ بِالتَّبْرِيدِ؟

يَعْمَلُ مُكَيِّفُ الْهَوَاءِ مِثْلَ الثَّلاجَةِ تَقْرِيبًا : فَيَمْتَصُّ الْحَرَارَةَ مِنْ مَكَانٍ وَيُوَزِّعُهَا فِي مَكَانٍ آخَرَ . وَيَحْتَوِى كُلٌّ مِنَ الآدَائين عَلَى مَوَاسِيرَ وَأَنَابِيبَ تُحْدِثُ دَاخِلَهَا دَوْرَةَ سَائِلِ التَّبْرِيدِ (المبرد) الَّذِى يَكُونُ عَادَةً أَحَدَ أَفْرَادِ عَائِلَةِ الْكِيمَاوِيَّاتِ الْمُسَمَّاةِ فِرِيُون . وَكِلاهُمَا يُمَرِّرُ سَائِلَ التَّبْرِيدِ فِى تَغَيُّرٍ لِلْحَالَةِ ــ تَبْخِيرٌ وَتَكْثِيفٌ ــ فَيَجْعَلُهُ يَكْتَسِبُ حَرَارَةً ثُمَّ يَفْقِدُهَا .

وَفِى مُكَيِّفِ الْهَوَاءِ الْمُرَكَّبِ عَلَى نَافِذَةٍ (يسار) يُوَاجِهُ الْمُبَخِّرُ الْغُرْفَةَ ، وَهُوَ وَحْدَةُ التَّبْرِيدِ . وَيَتَغَيَّرُ سَائِلُ التَّبْرِيدِ دَاخِلَ مِلَفَّاتِ الْمُبَخِّرِ مِنْ سَائِلٍ إِلَى غَازٍ وَيَسْحَبُ الْحَرَارَةَ مِنَ الْوَسَطِ الْمُحِيطِ بِهِ . وَتَدْفَعُ مَرَاوِحُ الْمُبَخِّرِ الْهَوَاءَ السَّاخِنَ مِنَ الْغُرْفَةِ عَبْرَ مِلَفَّاتِ الْمُبَخِّرِ الْبَارِدَةِ ، فَتَبَرِّدُ الْهَوَاءَ وَتُعِيدُهُ (سهم أزرق) بَارِدًا إِلَى الْغُرْفَةِ . وَيُوجَدُ دَاخِلَ الْمُكَيِّفِ مُقَسِّمٌ يَمْنَعُ الْهَوَاءَ الْخَارِجِيَّ السَّاخِنَ مِنَ الدُّخُولِ خِلالَ النَّافِذَةِ . ثُمَّ يَضُخُّ الْمُبَرِّدَ وَهُوَ فِى الْحَالَةِ الْغَازِيَّةِ إِلَى الضَّغَّاطِ الَّذِى يُعَرِّضُهُ لِضَغْطٍ عَالٍ فَيَسْخُنُ الْغَازُ ثُمَّ يَدْفَعُهُ خِلالَ الأَنَابِيبِ الشَّعْرِيَّةِ ثُمَّ إِلَى الْمُكَثِّفِ . وَلانْخِفَاضِ الضَّغْطِ فِى الْمُكَثِّفِ ، فَإِنَّ الْغَازَ يَتَحَوَّلُ إِلَى سَائِلٍ وَيَفْقِدُ بَعْضَ حَرَارَتِهِ . وَيُوَاجِهُ الْمُكَثِّفُ الْجَوَّ الْخَارِجِىَّ ، وَتَدْفَعُ مِرْوَحَةُ الْمُكَثِّفِ الْهَوَاءَ الْخَارِجِىَّ عَبْرَ مِلَفَّاتِ الْمُكَثِّفِ ، فَتَتَوَزَّعُ الْحَرَارَةُ (سهم أحمر) إِلَى الْخَارِجِ .

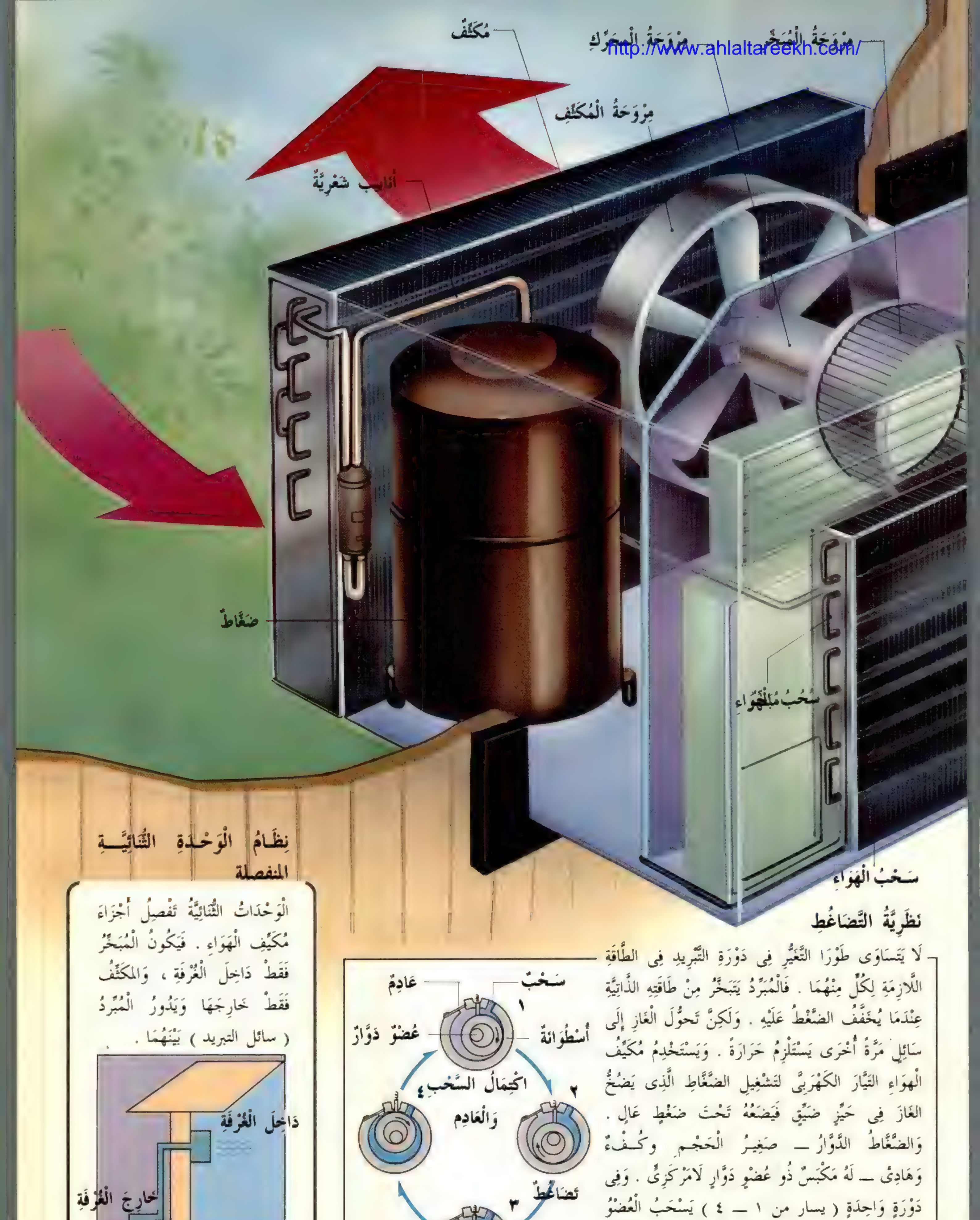
الضَّخُّ الْحَرَارِىُّ الانْعِكَاسِىُّ

يُمْكِنُ لأَحَدِ أَنْوَاعِ مُكَيِّفَاتِ الْهَوَاءِ ــ الْمُسَمَّى الضَّخَّ الْحَرَارِىَّ ــ أَنْ يَعْكِسَ مَسَارَ الْمُبَرِّدِ ، وَبِالتَّالِى اتِّجَاهَ التَّبَادُلِ الْحَرَارِىِّ ، وَبِذَلِكَ يُدَفِّئُ الْجِهَازُ الْغُرْفَةَ بَدَلًا مِنْ تَبْرِيدِهَا . وَإِذَا اسْتُخْدِمَ الْجِهَازُ لِتَبْرِيدِ الْهَوَاءِ الدَّاخِلِىِّ (يسار علوى) ، فَإِنَّ التَّبْرِيدَ يَحْدُثُ فِى الْجَانِبِ الدَّاخِلِىِّ ، بَيْنَمَا يُبَخِّرُ الْمُبَرِّدُ (ملفات زرقاء) وَتُفْرِغُ الْحَرَارَةَ إِلَى الْخَارِجِ حَيْثُ يَتِمُّ تَكَثُّفُ الْمُبَرِّدِ (ملفات أرجوانية) .

وَلَكِنْ فِى هَذَا النِّظَامِ الانْعِكَاسِىِّ ، فَإِنَّ إِعَادَةَ ضَبْطِ صِمَامٍ رُبَاعِىِّ الْمَسَارِ (أحمر) يَعْكِسُ مَسَارَ الْمُبَرِّدِ . وَالْمِلَفَّاتُ الدَّاخِلِيَّةُ الَّتِى عَمِلَتْ كَمُبَخِّرٍ تُصْبِحُ الْمُكَثِّفَ (ملفات أرجوانية) وَتُفْرِغُ الْحَرَارَةَ إِلَى دَاخِلِ الْغُرْفَةِ . وَتُصْبِحُ الْوَحْدَةُ الْخَارِجِيَّةُ مُبَخِّرًا (ملفات زرقاء) يَتِمُّ فِيهَا امْتِصَاصُ الْحَرَارَةِ الَّتِى سَتَحْمِلُهَا إِلَى الدَّاخِلِ .

دَوْرَةُ التَّبْرِيدِ فِى مُكَيِّفِ هَوَاءٍ مِنْ نَوْعِ الضَّخِّ الْحَرَارِىِّ .

دَوْرَةُ التَّسْخِينِ فِى مُكَيِّفِ هَوَاءٍ مِنْ نَوْعِ الضَّخِّ الْحَرَارِىِّ .



نِظَامُ الْوَحْدَةِ الثُّنَائِيَّةِ المنفصلة

الْوَحْدَاتُ الثُّنَائِيَّةُ تَفْصِلُ أَجْزَاءَ مُكَيِّفِ الْهَوَاءِ . فَيَكُونُ الْمُبَخِّرُ فَقَطْ دَاخِلَ الْغُرْفَةِ ، وَالمكَثِّفُ فَقَطْ خَارِجَهَا وَيَدُورُ الْمُبَرِّدُ (سائل التبريد) بَيْنَهُمَا .

نظَرِيَّةُ التَّضَاغُطِ

لَا يَتَسَاوَى طَوْرَا التَّغَيُّرِ فِي دَوْرَةِ التَّبْرِيدِ فِي الطَّاقَةِ اللَّازِمَةِ لِكُلٍّ مِنْهُمَا . فَالْمُبَرِّدُ يَتَبَخَّرُ مِنْ طَاقَتِهِ الذَّاتِيَّةِ عِنْدَمَا يُخَفَّفُ الضَّغْطُ عَلَيْهِ . وَلَكِنَّ تَحَوُّلَ الْغَازِ إِلَى سَائِلٍ مَرَّةً أُخْرَى يَسْتَلْزِمُ حَرَارَةً . وَيَسْتَخْدِمُ مُكَيِّفُ الْهَوَاءِ التَّيَّارَ الْكَهْرَبِيَّ لِتَشْغِيلِ الضَّغَّاطِ الَّذِى يَضُخُّ الْغَازَ فِي حَيِّزٍ ضَيِّقٍ فَيَضَعُهُ تَحْتَ ضَغْطٍ عَالٍ . وَالضَّغَّاطُ الدَّوَّارُ — صَغِيرُ الْحَجْمِ وَكُفْءٌ وَهَادِئٌ — لَهُ مَكْبَسٌ ذُو عُضْوٍ دَوَّارٍ لَامَرْكَزِيٍّ . وَفِي دَوْرَةٍ وَاحِدَةٍ (يسار من ١ — ٤) يَسْحَبُ الْعُضْوُ الدَّوَّارُ غَازًا أَكْثَرَ (أزرق) وَيَدْفَعُ الْغَازَ الْمَسْحُوبَ سَابِقًا (أرجوانى) إِلَى الْأَنَابِيبِ الشَّعْرِيَّةِ فِي نَفْسِ الْوَقْتِ .

مَا هُوَ مُزِيلُ الرُّطُوبَةِ؟

تَتَشابَهُ مُكَوِّنَاتُ مُزِيلِ الرُّطُوبَةِ إِلَى حَدٍّ كَبِيرٍ مَعَ مُكَيِّفِ الْهَوَاءِ ، فَهُوَ يُكَثِّفُ بُخَارَ الْمَاءِ مِنْ حُجْرَةٍ بِإِمْرَارِ الْهَوَاءِ خِلَالَ مَجْمُوعَةٍ مِنَ الْمِلَفَّاتِ الْبَارِدَةِ . وَكَمَا فِي مُكَيِّفِ الْهَوَاءِ ، فَإِنَّ مِلَفَّاتِ مُزِيلِ الرُّطُوبَةِ تَكُونُ بَارِدَةً لِحُدُوثِ تَبْخِيرٍ بِدَاخِلِهَا . وَتَشْمَلُ بَاقِي الدَّوْرَةِ التَّضَاغُطَ وَالتَّكْثِيفَ لِإِعَادَةِ تَخْزِينِ الْمُبَرِّدِ الدَّوَّارِ فِي حَالَتِهِ السَّائِلَةِ .

وَلَا يُصَمَّمُ مُزِيلُ الرُّطُوبَةِ لِتَبْرِيدِ الْغُرْفَةِ وَلَكِنَّهُ لَا يُغَيِّرُ دَرَجَةَ حَرَارَتِهَا . وَلِلاحْتِفَاظِ بِنَفْسِ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ ، فَإِنَّ الْجِهَازَ يُمَرِّرُ الْهَوَاءَ الْمُبَرَّدَ وَالْمجفَّفَ فَوْقَ مِلَفَّاتِ التَّكْثِيفِ لِيُعِيدَ تَسْخِينَهُ (أسفل) قَبْلَ إِعَادَتِهِ إِلَى الْغُرْفَةِ . وَحَتَّى فِي دَرَجَاتِ الْحَرَارَةِ الْمُرْتَفِعَةِ صَيْفًا مِثْلَ ٣٠°م ، فَإِنَّ الْإِنْسَانَ يَشْعُرُ بِالرَّاحَةِ عِنْدَ إِنْقَاصِ الرُّطُوبَةِ ، لِأَنَّهَا تَسْمَحُ لِلْعَرَقِ بِالتَّبَخُّرِ من الجِلْدِ .

مُزِيلُ رُطُوبَةٍ يَعْمَلُ

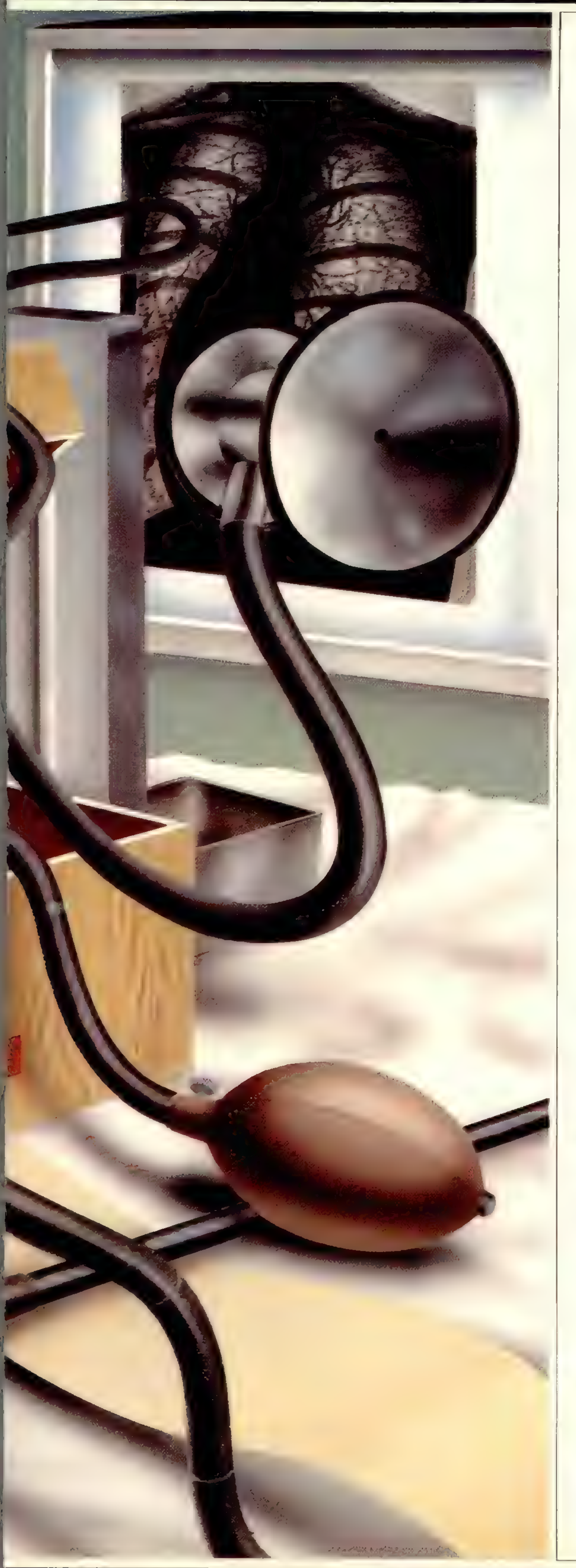
عِنْدَمَا يَمُرُّ الْهَوَاءُ الرَّطْبُ فَوْقَ الْمِلَفَّاتِ الْبَارِدَةِ لِمُبَخِّرِ مُزِيلِ الرُّطُوبَةِ ، فَإِنَّ بُخَارَ الْمَاءِ الْمَحْمُولَ فِي الْهَوَاءِ يَتَكَثَّفُ عَلَى الْمِلَفَّاتِ . وَيَتَسَاقَطُ الْمَاءُ إِلَى خَزَّانِ تَجْمِيعٍ (أسفل) يَتِمُّ تَفْرِيغُهُ أَوْ صَرْفُهُ . وَيُحَافِظُ مُجِسُّ رُطُوبَةٍ عَلَى اسْتِمْرَارِ عَمَلِ مُزِيلِ الرُّطُوبَةِ مَا دَامَتِ الرُّطُوبَةُ النِّسْبِيَّةُ فِي الْغُرْفَةِ فَوْقَ ٦٠٪ . وَيُمْكِنُ لِمُزِيلِ الرُّطُوبَةِ الْمُصَمَّمِ لِحُجْرَةٍ وَاحِدَةٍ أَنْ يُزِيلَ حَوَالَيْ ٤ لِتْرَاتٍ مِنَ الْمَاءِ يَوْمِيًّا مِنَ الْهَوَاءِ .

دَوْرَةُ إِزَالَةِ الرُّطُوبَةِ . عِنْدَمَا يَبْرُدُ الْهَوَاءُ الرَّطْبُ السَّاخِنُ (يمين أزرق) عَلَى الْمِلَفَّاتِ الْبَارِدَةِ لِمُبَخِّرِ جِهَازِ مُزِيلِ الرُّطُوبَةِ ، فَإِنَّ بُخَارَ الْمَاءِ الْمَوْجُودَ فِي الْهَوَاءِ يَتَكَثَّفُ عَلَى الْمِلَفَّاتِ . ثُمَّ يُعَادُ تَسْخِينُ الْهَوَاءِ الْجَافِّ الْبَارِدِ (برتقالي) بِحَرَارَةِ الْمُكَثِّفِ ثُمَّ يُدْفَعُ مَرَّةً أُخْرَى دَاخِلَ الْغُرْفَةِ بِالْمِرْوَحَةِ الدَّاخِلِيَّةِ .



نُقْطَةُ النَّدَى وَدَرَجَةُ الْحَرَارَةِ

نُقْطَةُ النَّدَى هِيَ دَرَجَةُ الْحَرَارَةِ الَّتِي عِنْدَهَا يَبْدَأُ تَكَثُّفُ الرُّطُوبَةِ مِنَ الْهَوَاءِ . وَكُلَّمَا زَادَتْ رُطُوبَةُ الْهَوَاءِ — أَيْ كُلَّمَا زَادَ بُخَارُ الْمَاءِ الَّذِي يَحْمِلُهُ الْهَوَاءُ — كُلَّمَا زَادَتْ نُقْطَةُ النَّدَى . وَيَحْمِلُ الْهَوَاءُ الدَّافِئُ مَاءً أَكْثَرَ . وَيُبَرِّدُ مُزِيلُ الرُّطُوبَةِ الْهَوَاءَ إِلَى مَا تَحْتَ نُقْطَةِ النَّدَى ، لِكَيْ يَفْقِدَ بَعْضَ بُخَارِ مَائِهِ .

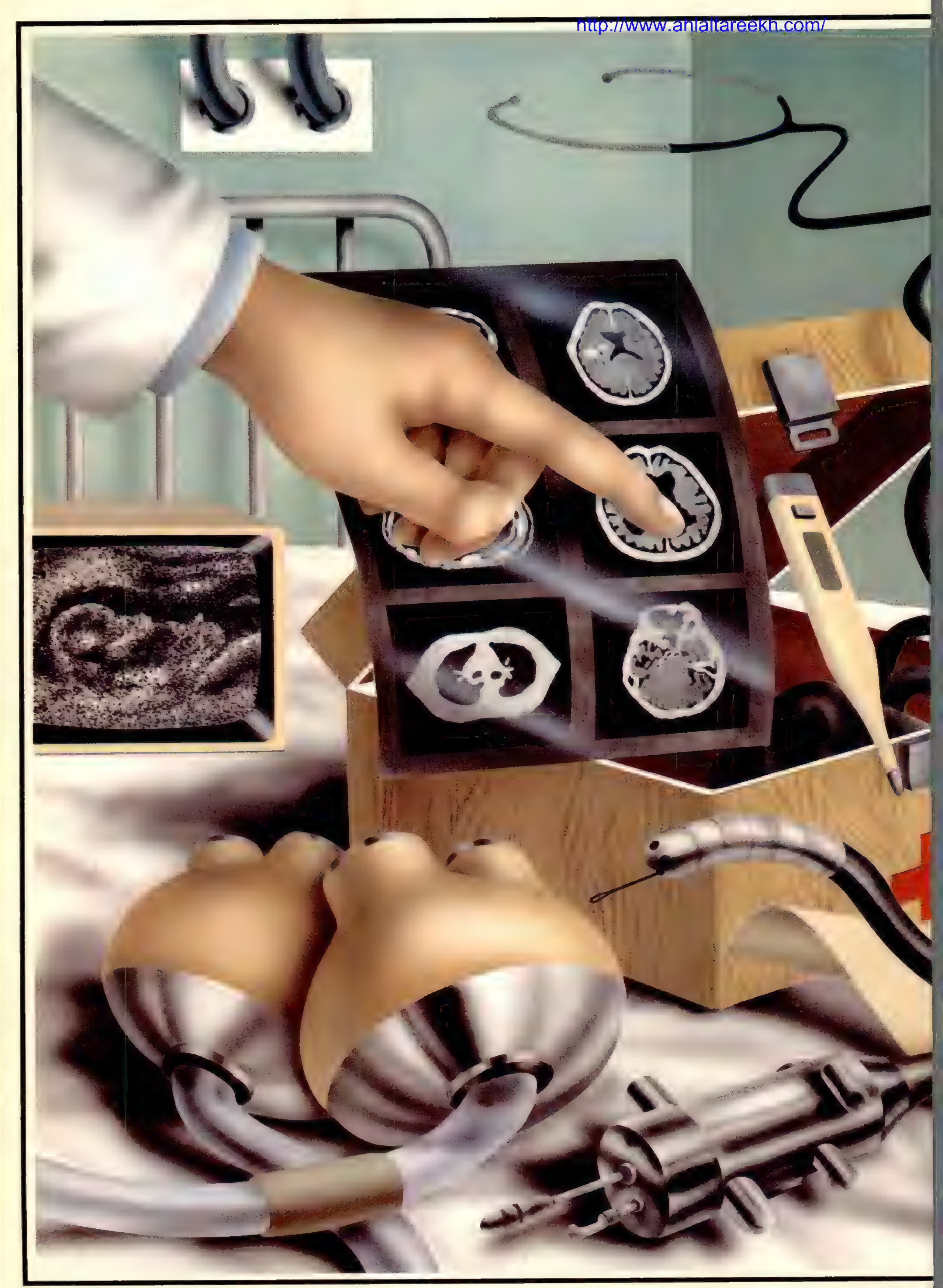


6
مُعْجِزَاتٌ طِبِّيَةٌ

ابْتَكَرَ الْعُلَماءُ وَالْمُهَنْدِسُونَ خِلَالَ الْمِائَةِ سَنَةِ الْأَخِيرَةِ مَجْمُوعَةً مُدْهِشَةً مِن الْأَجْهِزَةِ وَالْآلَاتِ تَمْنَعُ أَوْ تُشَخِّصُ أَوْ تُعَالِجُ الْأَمْرَاضَ وَالْإِصَابَاتِ . وَأَكْثَرُهَا انْتِشَارًا هِيَ الَّتِي تُبَيِّنُ الْعَلَامَاتِ الْحَيَوِيَّةَ مِثْلَ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ وَضَغْطِ الدَّمِ وَمُعَدَّلِ ضَرَبَاتِ الْقَلْبِ . فَالتِّرْمُومِتْرَاتُ الْإِلِكْتُرُونِيَّةُ — مَثَلًا — يُمْكِنُهَا قِيَاسُ دَرَجَةِ حَرَارَةِ جِسْمِ الْإِنْسَانِ فِي ٣٠ ثَانِيَةً أَوْ أَقَلَّ ، بَيْنَمَا يُتَرْجِمُ رَسَّامُ الْقَلْبِ الْكَهْرَبِيُّ الضَّرَبَاتِ الْمُعَقَّدَةَ لِلْقَلْبِ إِلَى أَشْكَالٍ مَوْجِيَّةٍ يَقْرَؤُهَا الْمُتَخَصِّصُونَ . وَتَفْتَحُ بَعْضُ الْمُعَدَّاتِ الْأُخْرَى نَوَافِذَ لِأَجْزَاءِ الْجِسْمِ الدَّاخِلِيَّةِ . وَمَسَّاحُ الرَّسْمِ الطَّيْفِيِّ الْمِحْوَرِيُّ الْمُزَوَّدُ بِكُمْبيُوتَر (CAT) — مَثَلًا — يُنْتِجُ صُورَةً بِالْأَشِعَّةِ السِّينِيَّةِ ثُلَاثِيَّةَ الْأَبْعَادِ لِأَيِّ جُزْءٍ مِن الْجِسْمِ فِي ثَوَانٍ . وَالْمِنْظَارُ اللِّيفِيُّ — وَهُوَ مِجَسٌّ رَفِيعٌ لَهُ كَامِيرَا دَقِيقَةٌ عِنْدَ طَرَفِهِ — يُكَوِّنُ صُوَرَ فِيدْيُو لِلْأَدَاءِ الدَّاخِلِيِّ لِلْمَعِدَةِ وَالْبَنْكِرِيَاسِ وَالْأَعْضَاءِ الْأُخْرَى وَقْتَ الْقِيَامِ بِهِ .

وَلَعَلَّ أَجْرَأَ التَّجْدِيدَاتِ الطِّبِّيَّةِ هِيَ تِلْكَ الْأَجْهِزَةُ الَّتِي تُؤَدِّي وَظَائِفَ أَعْضَاءٍ رَئِيسِيَّةٍ غَيْرِ مَوْجُودَةٍ أَوْ فَاشِلَةٍ مِثْلِ الْقَلْبِ الْمِيكَانِيكِيِّ وَضَابِطِ نَبَضَاتِ الْقَلْبِ . وَتُقَدِّمُ هَذِهِ الْأَجْهِزَةُ الرَّائِدَةُ وَغَيْرُهَا أَمَلًا غَيْرَ مَسْبُوقٍ لِحَيَاةٍ أَطْوَلَ وَأَصَحَّ . وَسَتَعْرِضُ الصَّفَحَاتُ التَّالِيَةُ بَعْضَهَا .

تَسْتَخْدِمُ الْأَجْهِزَةُ الطِّبِّيَّةُ أَحْدَثَ التِّقْنِيَاتِ الْإِلِكْتُرُونِيَّةِ وَالنَّوَوِيَّةِ وَالْبَصَرِيَّةِ لِتُسَاعِدَ الْعَامِلِينَ فِي مَجَالِ الصِّحَّةِ عَلَى تَطْوِيرِ تَحْسِينِ الصِّحَّةِ وَالتَّشْخِيصِ وَمُحَارَبَةِ الْأَمْرَاضِ ، وَالتَّغَلُّبِ عَلَى الْعُيُوبِ الطَّبِيعِيَّةِ .



كَيْفَ تعمل التِّرمُومِترَاتُ الْفَوريَّةُ ؟

يَجِبَ أن يُوضَعَ التِّرْمُومِتر الزِّئْبَقِيُّ الزُّجَاجِيُّ تَحْتَ الْإِبط أو اللِّسَانِ لِمدَّةِ ثَلاثِ دَقَائِق أَوْ أَكْثَر قَبْلَ أَنْ يُعْطِي قِرَاءَتَهُ فى ٣٠ ثَانِيَةً أَوْ أَقَلَّ .

وَيُوجَدُ فِي طَرَفِ التِّرْمُومِتر الْإِلِكْتُرونِيِّ تِرْمِسْتُورٌ دَقِيقٌ ، وَهُوَ مُعَدَّةٌ حَسَّاسَةٌ لِلْحَرَارَةِ وَتُسَجِّلُ تَغيُّراتِ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ عن طَرِيقِ تَغيُّراتٍ كَهْرَبِيَّةٍ . وَتُرْسَلُ هَذِهِ التَّغَيُّراتُ إِلَى مُجَسٍّ مُزَوَّدٍ بِحَاسِبٍ يُحوِّلُهَا إِلَى قِرَاءَاتٍ لِدَرَجَةِ الْحَرَارَةِ ثُمَّ يُوَجِّهُهَا إِلَى الْمعَالجِ الدَّقِيق لِلتِّرْمُومِتر .

وَدَاخِلَ هَذَا الْمُعَالِجِ ، تُقَارَنُ الْقِرَاءَاتُ بِمُنْحَنَى تَقَدُّمِ دَرَجَةِ الحرَارَةِ الْمُخَزَّنِ مُسْبَقًا فِي ذَاكِرَةِ الْمُعَالِجِ . وَمِنْهَا يُقَدِّرُ التِّرْمُومِترُ بِسُرْعَةٍ مَا هِيَ دَرَجَةُ الْحرَارَةِ الْمُتَوَسِّطَةِ . ورَغْمَ أَنَّ مِثْلَ هَذِهِ الْقِرَاءَةِ هِيَ مُجَرَّدُ تَنَبُّؤٍ ، ولَكِنَّهَا تُحَدِّدُ بِدِقَّةٍ إِذَا كَانَتْ الْحُمَّى بَسِيطَةً أَمْ عَنِيفَةً .



١ ــ يُوجَدُ فِي طَرَفِ التِّرْمُومِترِ وَحْدَةٌ حَسَّاسَةٌ لِلْحَرَارَةِ تُسَجِّلُ دَرَجَةَ الْجِسْمِ كَمُقَاوَمَةٍ لِلتَّيَّارِ الكَهْرَبِيِّ وَتُغَذَّى هَذِهِ الْإِشَارَاتُ الْكَهْرَبِيَّةُ فِي مُجَسٍّ مُزَوَّدٍ بِحَاسِبٍ .

٢ ــ يُقَارِنُ الْمُجَسُّ هَذِهِ الْإِشَارَاتِ بِقِرَاءَاتِ مُقَاوَمَةٍ كَهْرَبِيَّةٍ قِيَاسِيَّةٍ مُخَزَّنَةٍ فِي ذَاكِرَتِهِ . وَتُنْتِجُ هَذِهِ الْمُقَارَنَاتُ سِلْسِلَةً مِن الْقِرَاءَاتِ الِابْتِدَائِيَّةِ لِدَرَجَةِ الْحَرَارَةِ .

كَيْفَ يَعْمَلُ التِّرْمِسْتُورُ

يَحْوِى التِّرْمِسْتُورُ ــ وَهُوَ وَحْدَةٌ حَسَّاسَةٌ لِلْحَرَارَةِ فِي طَرَفِ التِّرْمُومِتر ــ عُنْصرًا يُسَمَّى شِبْهَ مُوصِّلٍ . وَتَقِلُّ مُقَاوَمَةُ شِبْهِ الْمُوصِّلِ لِمُرُورِ التَّيَّارِ الْكَهْرَبِيِّ بِارْتِفَاعِ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ ، وَهَكَذَا فَهِيَ تُسَجِّلُ تَغَيُّرَاتِ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ إِلِكْتُرونِيًّا .

الْأَجْزَاءُ الدَّاخِلِيَّةُ لِلتِّرْمُومِتر

يَحْتَوِى التِّرْمُومِتر الْإِلِكْتْرُونى عَلَى سِتَّةِ أَجْزَاءَ رَئِيسِيَّةٍ ، مُرَقَّمَةٍ عَلَى الرَّسْمِ التَّالِى : ثِرْمِسْتُورٌ حَسَّاسٌ لِلْحَرَارَةِ (١) ، وَمُجَسٌّ مُزَوَّدٌ بِحَاسِبٍ (٢) ، وَمُعَالِجٌ دَقِيقٌ (٣) ، وَشَاشَةُ إِظْهَارٍ رَقْمِيَّةٌ (٤) ، وَمِفْتَاحٌ دَاخِلِىٌّ (٥) ، وَبَطَّارِيَّةٌ (٦) . وَهَذِهِ الصَّفَحَاتُ تَشْرَحُ عَمَلَ هَذِهِ الْأَجْزَاءِ .

مُوَفِّرُ طَاقَةِ التِّرْمُومِتر

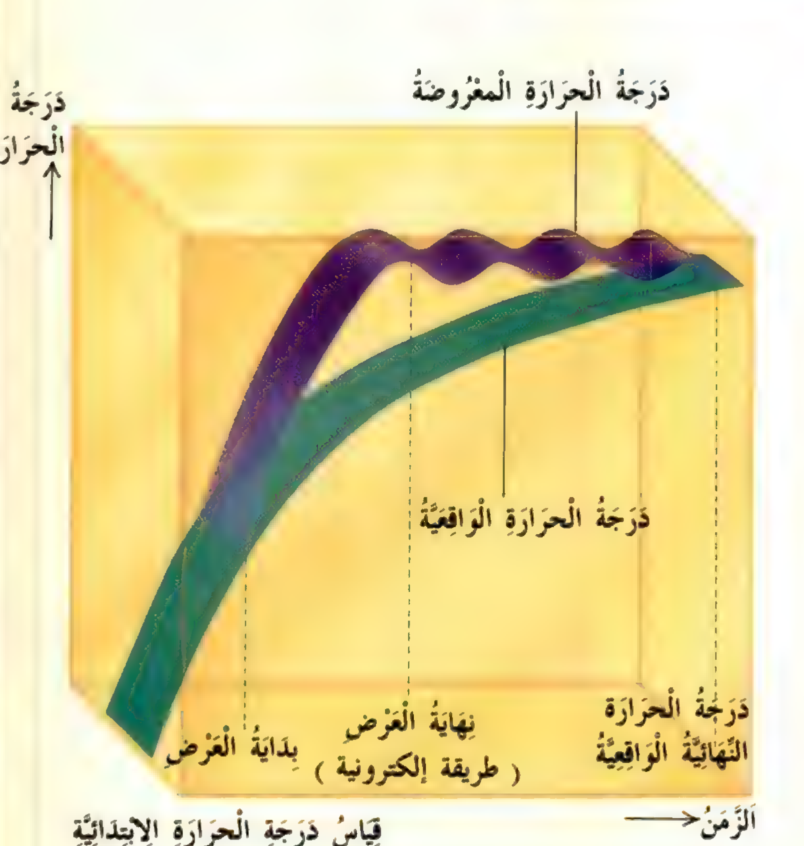
يُطِيلُ مِفْتَاحٌ دَاخِلِىٌّ عُمْرَ مَصْدَرِ قُدْرَةِ التِّرْمُومِتر ، وَذَلِكَ بِفَضْلِ الْقُدْرَةِ التِّلْقَائِيَّةِ عِنْدَمَا يُعَادُ التِّرْمُومِتر إِلَى جِرَابِهِ أَوْ إِذَا تُرِكَ دُونَ اسْتِخْدَامٍ لِفَتْرَةٍ مُعَيَّنَةٍ . وَهَكَذَا فَإِنَّ بَطَّارِيَّةَ التِّرْمُومِتر الدَّقِيقَةَ يُمْكِنُ أَنْ تَعْمَلَ لِسَنَوَاتٍ بِفَضْلِ هَذِهِ الْمُعَدَّةِ الْمُوَفِّرَةِ لِلطَّاقَةِ .

٤ ــ يَظْهَرُ التَّنَبُّؤُ النِّهَائِىُّ لِدَرَجَةِ الْحَرَارَةِ كَأَرْقَامٍ عَلَى شَاشَةٍ بَلُّورِيَّةٍ سَائِلَةٍ . وَفِى بَعْضِ التِّرْمُومِترات الْإِلِكْتْرُونِيَّةِ تَظَلُّ الْقِرَاءَةُ مُضِيئَةً حَتَّى يُعَادَ إِعْدَادُ التِّرْمُومِتر .

٣ ــ الْمُعَالِجُ الدَّقِيقُ الْمُتَّصِلُ بِالْمُجَسِّ يُحَوِّلُ قِرَاءَاتِ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ إِلَى مُعَادَلَةٍ رِيَاضِيَّةٍ مُعَقَّدَةٍ وَتَكُونُ النَّتِيجَةُ تَنَبُّؤًا بِدَرَجَةِ الْحَرَارَةِ النِّهَائِيَّةِ مَبْنِيًّا عَلَى مُعَدَّلِ تَزَايُدِ الْقِرَاءَاتِ الِابْتِدَائِيَّةِ خِلَالَ فَتْرَةٍ زَمَنِيَّةٍ مُعَيَّنَةٍ .

دَرَجَةُ الْحَرَارَةِ الْمُتَنَبَّأُ بِهَا

يَسْتَخْدِمُ التِّرْمُومِتر الْإِلِكْتْرُونِىُّ طَرِيقًا مُخْتَصَرًا لِيُبَيِّنَ قِرَاءَاتِ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ فِى أَقَلَّ مِنْ ٣٠ ثَانِيَةً . وَيُطَبِّقُ الْمُعَالِجُ الدَّقِيقُ لِلتِّرْمُومِتر مُعَادَلَاتٍ رِيَاضِيَّةً عَلَى مَجْمُوعَةٍ مِنَ الْقِيَاسَاتِ الِابْتِدَائِيَّةِ لِيَعْرِضَ مُنْحَنَى ارْتِفَاعِ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ (يسار ، الشريط البنفسجى) . وَمِنْ هَذَا الْمُنْحَنَى يَتَنَبَّأُ بِدَرَجَةِ الْحَرَارَةِ الْمُتَوَسِّطَةِ الَّتِى يُعْلِنُهَا بِطَرِيقَةٍ إِلِكْتْرُونِيَّةٍ . وَتَكُونُ دَرَجَةُ الْحَرَارَةِ الْمَعْرُوضَةُ أَعْلَى قَلِيلًا مِنَ الْقِيمَةِ الْوَاقِعِيَّةِ .



قِيَاسُ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ الِابْتِدَائِيَّةِ

كَيْفَ يُقَاسُ ضَغْطُ الدَّمِ ؟

اَلْقَلْبُ مِضَخَّةٌ حَيَّةٌ تُمِدُّ جَمِيعَ أَجْزَاءِ الْجِسْمِ بِالدَّمِ . وَضَغْطُ الدَّمِ هُوَ الْقُوَّةُ الَّتِى يَتَحَرَّكُ بِهَا الدَّمُ خِلَالَ الشَّرَايِينِ . وَالنِّهَايَةُ الْعُظْمَى لِلضَّغْطِ تُسَمَّى الضَّغْطَ الِانْقِبَاضِىَّ ، وَتَتَوَافَقُ مَعَ انْقِبَاضَاتِ الْقَلْبِ الْمُنْتَظِمَةِ الَّتِى تَدْفَعُ الدَّمَ إِلَى الشَّرَايِينِ . وَالنِّهَايَةُ الصُّغْرَى لِلضَّغْطِ أَوْ الضَّغْطُ الِانْبِسَاطِىُّ لِلدَّمِ يَحْدُثُ بَيْنَ ضَرَبَاتِ الْقَلْبِ عِنْدَمَا يَتَمَدَّدُ الْقَلْبُ لِيَمْلَأَ نَفْسَهُ بِكَمِّيَّةٍ جَدِيدَةٍ مِن الدَّمِ .

وَيُقَاسُ هَذَانِ الطَّوْرَانِ لِضَغْطِ دَمِ شَخْصٍ بِاسْتِخْدَامِ جِهَازٍ يُسَمَّى الْمِضْغَاطَ (جهاز قياس ضغط الدم) .



اَلتَّحَكُّمُ فِى سَرَيَانِ الدَّمِ

لِقِيَاسِ ضَغْطِ الدَّمِ ، يَضُخُّ الطَّبِيبُ أَو الْمُمَرِّضَةُ هَوَاءً فِى سِوَارٍ قَابِلٍ لِلِانْتِفَاخِ يُلَفُّ بِإِحْكَامٍ حَوْلَ الذِّرَاعِ (أسفل) . وَهَذَا يُوقِفُ سَرَيَانَ الدَّمِ مُؤَقَّتًا إِلَى النِّصْفِ السُّفْلِىِّ مِن الذِّرَاعِ . وَعِنْدَمَا يُسَجِّلُ الْمِقْيَاسُ الزِّئْبَقِىُّ مِنْ ١٥٠ إِلَى ٢٠٠ مِلِّلِيجْرَامٍ لِلضَّغْطِ (يسار) يُحَرِّرُ الْهَوَاءَ بِبُطْءٍ .



قِيَاسُ الضَّغْطِ الانْقِبَاضِى

يُوضَعُ مِسْمَاعٌ فَوْقَ الشَّرْيَانِ ، أَثْنَاءَ هُبُوطِ الضَّغْطِ فِى السِّوَارِ . وَعِنْدَمَا يَقِلُّ ضَغْطُ السِّوَارِ إِلَى مُسْتَوَى الضَّغْطِ الشِّرْيَانِىِّ ، فَإِنَّهُ يُمْكِنُ سَمَاعُ دَقَّاتِ نَبَضَاتِ الدَّمِ مِنْ خِلَالِ الْمِسْمَاعِ . وَفِى هَذِهِ اللَّحْظَةِ ، يُبَيِّنُ المِقْيَاسُ النِّهَايَةَ الْعُظْمَى لِلضَّغْطِ أَوِ الضَّغْطَ الانْقِبَاضِىَّ .

قِيَاسُ الضَّغْطِ الانْبِسَاطِىِّ

مَعَ التَّفْرِيغِ الْمُتَوَاصِلِ لِلْهَوَاءِ مِنَ السِّوَارِ فَإِنَّهُ يَسْرِى فِى الشِّرْيَانِ دَمٌ أَكْثَرُ ، وَيَتَضَخَّمُ صَوْتُ الدَّقَّاتِ إِلَى طَرَقَاتٍ عَالِيَةٍ . وَعِنْدَمَا يَسْتَقِرُّ الضَّغْطُ فِى الشِّرْيَانِ بَيْنَ ضَرَبَاتِ الْقَلْبِ ، يَهْدَأُ الصَّوْتُ إِلَى تَمْتَمَةٍ . وَعِنْدَمَا يَتَلَاشَى الصَّوْتُ تَكُونُ قِرَاءَةُ مِقْيَاسِ الضَّغْطِ دَالَّةً عَلَى الضَّغْطِ الانْبِسَاطِىِّ (النهاية الصغرى) لِلدَّمِ .



اَلصَّوْتُ فِى الْمِسْمَاعِ

تَحْدُثُ أَصْوَاتُ كُورُوتْكُف ــ وَهِىَ النَّقْرُ الْبَسِيطُ الَّذِى يُسْمَعُ فِى بِدَايَةِ تَفْرِيغِ الْهَوَاءِ مِنَ السِّوَارِ ــ بِوَاسِطَةِ النَّبَضَاتِ الْمُنْتَظِمَةِ لِجُدْرَانِ شِرْيَانٍ (تَظْهَرُ أَعْلَى مُكَبَّرَةً فِى قِطَاعٍ عَرْضِىٍّ) . وَتُرْسِلُ هَذِهِ النَّبَضَاتُ الشِّرْيَانِيَّةُ الدَّمَ مِنَ الْقَلْبِ إِلَى الْأَطْرَافِ .

جَدِيدٌ وَمُحَسَّنٌ

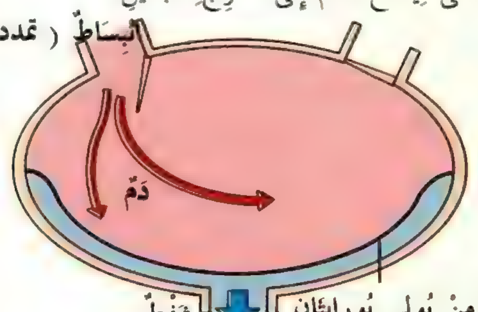


يَحْتَوِى مِقْيَاسُ الضَّغْطِ الْإِلِكْتُرونِىِّ (يسار) عَلَى مُسْتَقْبِلَاتٍ صَوْتِيَّةٍ دَاخِلِيَّةٍ تَلْتَقِطُ أَصْوَاتَ كُورُوتْكُف قَبْلَ أَنْ تَكْتَشِفَهَا الْأُذُنُ الْبَشَرِيَّةُ . وَتُنَظِّمُ مُحَرِّكَاتٌ دَقِيقَةٌ ضَغْطَ الْهَوَاءِ فِى السِّوَارِ ، فَتُسَهِّلُ اسْتِعْمَالَ الْمِقْيَاسِ .

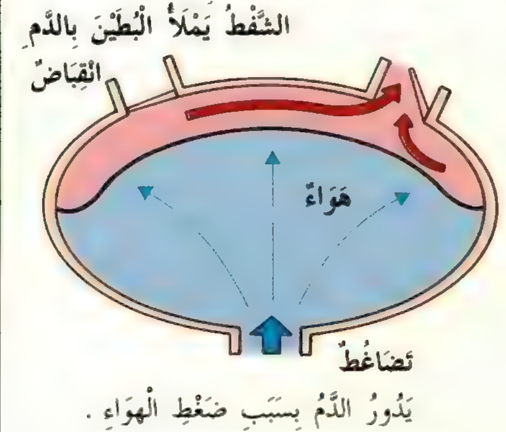
مَا هُوَ الْقَلْبُ

إِحْدَاثُ نَبْضَةٍ اصْطِنَاعِيَّةٍ

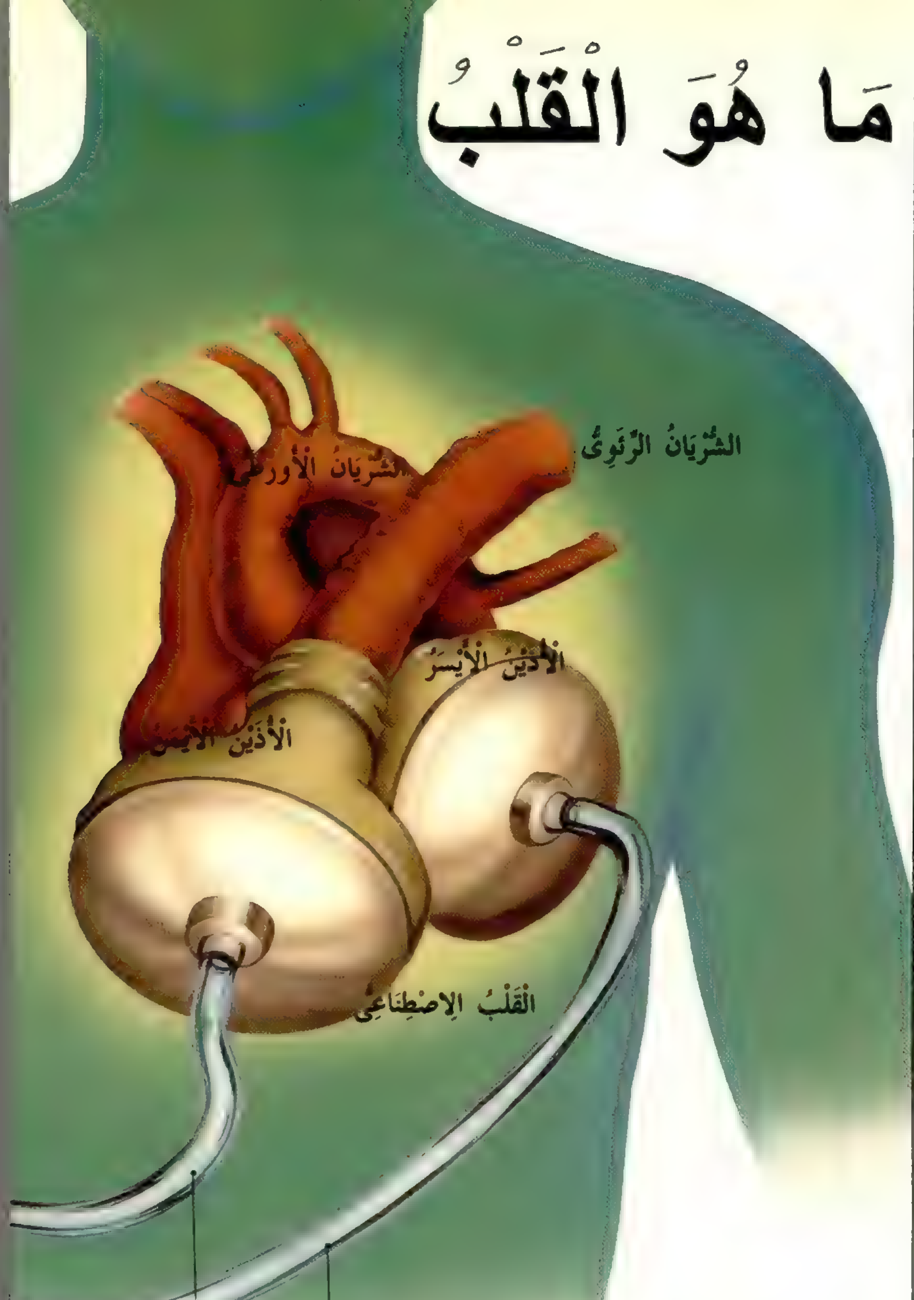
كَمَا يَظْهَرُ أَسْفَلَ ، فَإِنَّ الْقَلْبَ الِاصْطِنَاعِيَّ يُقَلِّدُ طَوْرَ الرَّاحَةِ (المسمَّى أَيْضًا الِانْبِسَاطَ) وَطَوْرَ الضَّخِّ (أو الانقباض) الْحَادِثَيْنِ فِي إِيقَاعِ الْقَلْبِ الطَّبِيعِيِّ . وَأَثْنَاءَ الِانْبِسَاطِ (العلوى) ، يَقُومُ دَفَّاعٌ خَارِجِيٌّ بِعَمَلِ شَفْطٍ يَجْذِبُ الْغِشَاءَ إِلَى أَسْفَلَ فَيَدْخُلُ الدَّمُ لِيَمْلَأَ الْبُطَيْنَ . وَأَثْنَاءَ الِانْقِبَاضِ (السفلى) يَدْفَعُ الْهَوَاءُ الْمَضْغُوطُ الْغِشَاءَ إِلَى أَعْلَى لِيَضُخَّ الدَّمَ إِلَى خَارِجِ الْبُطَيْنِ .



الشَّفْطُ يَمْلَأُ الْبُطَيْنَ بِالدَّمِ



يَدُورُ الدَّمُ بِسَبَبِ ضَغْطِ الْهَوَاءِ .



يُدَوِّرُ الْقَلْبُ الِاصْطِنَاعِيُّ جارفيك ــــ ٧ (علوى) الدَّمَ خِلَالَ الْجِسْمِ بِمُسَاعَدَةِ دَفَّاعٍ خَارِجِيٍّ لِلْهَوَاءِ الْمَضْغُوطِ . وَتُوَصِّلُ خَرَاطِيمُ الْهَوَاءِ الضَّغَّاطِ إِلَى بُطَيْنَيِ الْقَلْبِ الِاصْطِنَاعِيِّ عَبْرَ الْقَفَصِ الصَّدْرِيِّ .

رُفَقَاءُ مُسَاعِدُونَ لِلْقَلْبِ

يُمكِنُ عِلَاجُ اعْتِلَالِ الْقَلْبِ بِاسْتِخْدَامِ أَحَدِ جِهَازَيْنِ (يمين) يُؤَدِّيَانِ بِصِفَةٍ مُؤَقَّتَةٍ بَعْضَ وَظَائِفِ الْقَلْبِ أَوْ كُلَّ وَظَائِفِهِ . فَالْقَلْبُ الْآلِيُّ الْمُسَاعِدُ (يمين) يَضُخُّ الدَّمَ لِفَتَرَاتٍ قَصِيرَةٍ إِلَى أَنْ يَتِمَّ شِفَاءُ الْقَلْبِ الضَّعِيفِ . وَضَابِطُ النَّبَضَاتِ (أقصى يمين) يُوَفِّرُ نَبَضَاتٍ كَهْرَبِيَّةً تُنَظِّمُ ضَرَبَاتِ الْقَلْبِ .





الْآلِىُّ (الاصْطِنَاعِىُّ) ؟

فِى ٢ دِيسمْبِر عَامَ ١٩٨٢ أَجْرَى الْجرَّاحُ وِيلْيَام دِيفْرِيز أَوَّلَ زِرَاعَةٍ نَاجِحَةٍ لِقَلْبٍ آلِىٍّ فِى جِسْمِ الْإِنْسَانِ . وَسُمِّىَ هَذَا الْقَلْبُ جَارْفِيك ــ ٧ نِسْبَةً إِلَى الَّذِى اخْتَرَعَهُ ، وَهُوَ مَصْنُوعٌ مِن الْأَلُومُونْيُوم وَالْبلَاسْتِك وَيَحْتَوِى عَلَى حُجْرَتَيْنِ ضَاخَّتَيْنِ أَوْ بُطَيْنَيْنِ يَتِمُّ تَوْصِيلُهُمَا بِالْحُجْرَتَيْنِ الْعُلْوِيَّتَيْنِ (الْأُذَيْنَيْنِ) لِلْقَلْبِ الطَّبِيعِىِّ . ثُمَّ يُوَصَّلُ الْبُطَيْنَانِ بِدَوْرِهِمَا إِلَى دَفَّاعٍ خَارِجِىٍّ يَسْتَخْدِمُ الْهَوَاءَ الْمَضْغُوطَ لِيُنَظِّمَ حَرَكَةَ أَغْشِيَةِ الْبُطَيْنَيْنِ الْمَطَّاطِيَّةِ . وَيَدُورُ الدَّمُ بِوَاسِطَةِ الْإِيقَاعِ النَّاتِجِ الشَّبِيه بِالنَّبَضَاتِ .

وَلَا يُشْبِهُ الْقَلْبُ الآلِىُّ الْقَلْبَ الْحَقِيقِىَّ لِأَنَّهُ غَيْرُ عُضْوِىٍّ وَغَيْرُ سَهْلِ الِاسْتِخْدَامِ . وَلَكِنَّهُ فِى الْحالَةِ الَّتِى ذُكِرَتْ أَعْلَى ، عَاشَ عَلَيْهِ الْمَرِيضُ ــ وَهُوَ طَبِيبُ الْأَسْنَانِ بَارْنِى فرانك ــ مُدَّةَ ١٢ يَوْمًا .

كَيْفَ يَعْمَلُ الْقَلْبُ الْبَشَرِىُّ ؟

يَسْرِى الدَّمُ إِلَى الْأُذَيْنِ الْأَيْمَنِ خِلَالَ الْوَرِيدِ الْأَجْوَفِ الْعُلْوِىِّ . وَعِنْدَمَا يَمْتَلِئُ الْأُذَيْنُ الْأَيْمَنُ بِالدَّمِ فَإِنَّهُ يَنْقَبِضُ وَيَدْفَعُ الدَّمَ إِلَى الْبُطَيْنِ الْأَيْمَنِ . وَيَضخُّ الْبُطَيْنُ الْأَيْمَنُ الدَّمَ إِلَى الرِّئَتَيْنِ خِلَالَ الشِّرْيَانِ الرِّئَوِىِّ حَيْثُ يَحْصُلُ عَلَى الْأُكْسُجِين وَيَعُودُ إِلَى الْأُذَيْنِ الْأَيْسَرِ بِوَاسِطَةِ الْوَرِيدِ الرِّئَوِىِّ . وَانْقِبَاضَاتُ الْأُذَيْنِ الْأَيْسَرِ تَدْفَعُ الدَّمَ إِلَى الْبُطَيْنِ الْأَيْسَرِ الَّذِى يَضُخُّهُ خِلَالَ الشِّرْيَانِ الْأَورْطِىِّ إِلَى الْجِسْمِ .

الْقَلْبُ الاصْطِنَاعِىُّ (يسار) لَهُ بُطَيْنَانِ آلِيَّانِ ، كُلٌّ مِنْهُمَا مُزَوَّدٌ بِصِمَامِ سَحْبٍ وَصِمَامِ إِخْرَاجٍ . وَتَسْتَمِدُّ الْأَغْشِيَةُ قُدْرَتَهَا مِنْ دَفَّاعٍ (أعلى) يُحَاكِى الْحَرَكَةَ الضَّاخَّةَ لِلْقَلْبِ .

كَيْفَ يعمل مساح الرسمِ الْمقْطعِىِّ الْمِحْورِىِّ الْمُزوّدِ بالحاسِبِ (CAT) ؟

تُعْتَبَرُ الْأَشِعَّةُ السِّينِيَّةُ أَدَاةً مِثَالِيَّةً لِتَشْخِيصِ اعْتِلَالِ الْهَيْكَلِ الْعَظْمِيِّ مِثْلَ كُسُورِ الْعِظَامِ ، لِأَنَّهَا تَسْتَطِيعُ اخْتِرَاقَ جِسْمِ الْإِنْسَانِ . وَتَظْهَرُ الْأَعْضَاءُ الدَّاخِلِيَّةُ عَلَى هَيْئَةِ ظِلَالٍ بَاهِتَةٍ عِنْدَ تَصْوِيرِهَا بِالْأَشِعَّةِ السِّينِيَّةِ (X). وَيَلْجَأُ الْأَطِبَّاءُ إِلَى مَسَّاحِ الرَّسْمِ الْمَقْطَعِيِّ الْمِحْوَرِيِّ الْمُزَوَّدِ بِالحاسِبِ لِلْحُصُولِ عَلَى صُوَرٍ وَاضِحَةٍ لِهَذِهِ الظِّلَالِ وَبِخَاصَّةٍ الْعَضَلَاتُ وَالْمُخُّ وَأَنْسِجَةُ الْأَعْضَاءِ . وَيَسْتَخْدِمُ الْمَسَّاحُ كَاشِفَاتِ الْفُوتُون وَكُمْبِيُوتَر لِلْحُصُولِ عَلَى صُوَرٍ مَقْطَعِيَّةٍ أَوْ رَسْمٍ مَقْطَعِيٍّ لِدَاخِلِ الْجِسْمِ .

وَلِلْحُصُولِ عَلَى رَسْمٍ مَقْطَعِيٍّ ، يَضَعُ الْفَنِّيُّونَ الْمَرِيضَ عَلَى مِنْضَدَةٍ تَتَحَرَّكُ بِبُطْءٍ خِلَالَ الْمَسَّاحِ CAT . وَتُصَوِّبُ الْأَنَابِيبُ الدَّوَّارَةُ الْأَشِعَّةَ السِّينِيَّةَ نَحْوَ الْمَرِيضِ ، وَتَجْمَعُ بَيَانَاتٍ عَنِ الطَّبَقَاتِ الْمُتَتَالِيَةِ مِنَ الْجِسْمِ أَثْنَاءَ مُرُورِهَا بِهِ . وَتَجْمَعُ الْكَاشِفَاتُ الْمُقَابِلَةُ لِكُلِّ أُنْبُوبِ أَشِعَّةٍ سِينِيَّةٍ الْبَيَانَاتِ وَتُحَوِّلُهَا إِلَى أَرْقَامٍ يَتَمَكَّنُ الحاسِبُ مِنْ قِرَاءَتِهَا . وَيَجْمَعُ الحاسِبُ رَسْمًا مَقْطَعِيًّا مِنْ هَذِهِ الْإِشَارَاتِ الرَّقْمِيَّةِ .

وَأَكْثَرُ مَسَاحَاتِ الرَّسْمِ الْمَقْطَعِيِّ الْمِحْوَرِيِّ تَقَدُّمًا تَسْتَخْدِمُ ٣٠٠ أُنْبُوبِ أَشِعَّةٍ سِينِيَّةٍ لِتَأْسِرَ الـ ٩٠٠٠٠ شُعَاعٍ سِينِيٍّ الَّتِي تُكَوِّنُ صُورَةً وَاحِدَةً . وَالْعَمَلِيَّةُ بِأَكْمَلِهَا غَيْرُ مُؤْلِمَةٍ وَتَسْتَغْرِقُ فَقَطْ مِنْ ٢٠ دَقِيقَةً إِلَى سَاعَةٍ وَاحِدَةٍ .

مَسَّاحُ رَسْمٍ مِحْوَرِيٍّ طَبَقِيٍّ مُزَوَّدٌ بِالْكُمْبِيُوتَر وَهُوَ يَعْمَلُ

التِّقْنِيَّةُ وَرَاءَ الصُّورَةِ

أُنْبُوبُ أَشِعَّةٍ سِينِيَّةٍ

كَاشِفُ الْأَشِعَّةِ السِّينِيَّةِ

كَانَتِ الْمَسَاحَاتُ CAT الْأَوَّلِيَّةُ تَحْوِي أُنْبُوبَ أَشِعَّةٍ سِينِيَّةٍ وَاحِدَةً وَكَاشِفًا وَاحِدًا لِلْأَشِعَّةِ السِّينِيَّةِ . وَعِنْدَمَا كَانَ يُدَارُ الْجِهَازَانِ فِي تَزَامُنٍ ، كَانَ الْكَشَّافُ يَجْمَعُ بَيَانَاتِ الْأَشِعَّةِ السِّينِيَّةِ مِنَ الْأُنْبُوبِ .

أَنَابِيبُ أَشِعَّةٍ سِينِيَّةٍ

كَاشِفَاتُ الْأَشِعَّةِ السِّينِيَّةِ

مَسَاحَاتُ CAT الْحَدِيثَةُ بِهَا الْعَدِيدُ مِنَ الْأَنَابِيبِ وَالْكَاشِفَاتِ . فَتُرْسِلُ الْأَنَابِيبُ أَشِعَّةً سِينِيَّةً عَلَى شَكْلِ مِرْوَحَةٍ ، فَتُسَاعِدُ الْكَاشِفَاتِ عَلَى جَمْعِ كَمِّيَّاتٍ كَبِيرَةٍ مِنَ الْبَيَانَاتِ . وَتَتَكَوَّنُ الصُّوَرُ فِي ثَوَانٍ .

غَازُ الزِّينُونِ

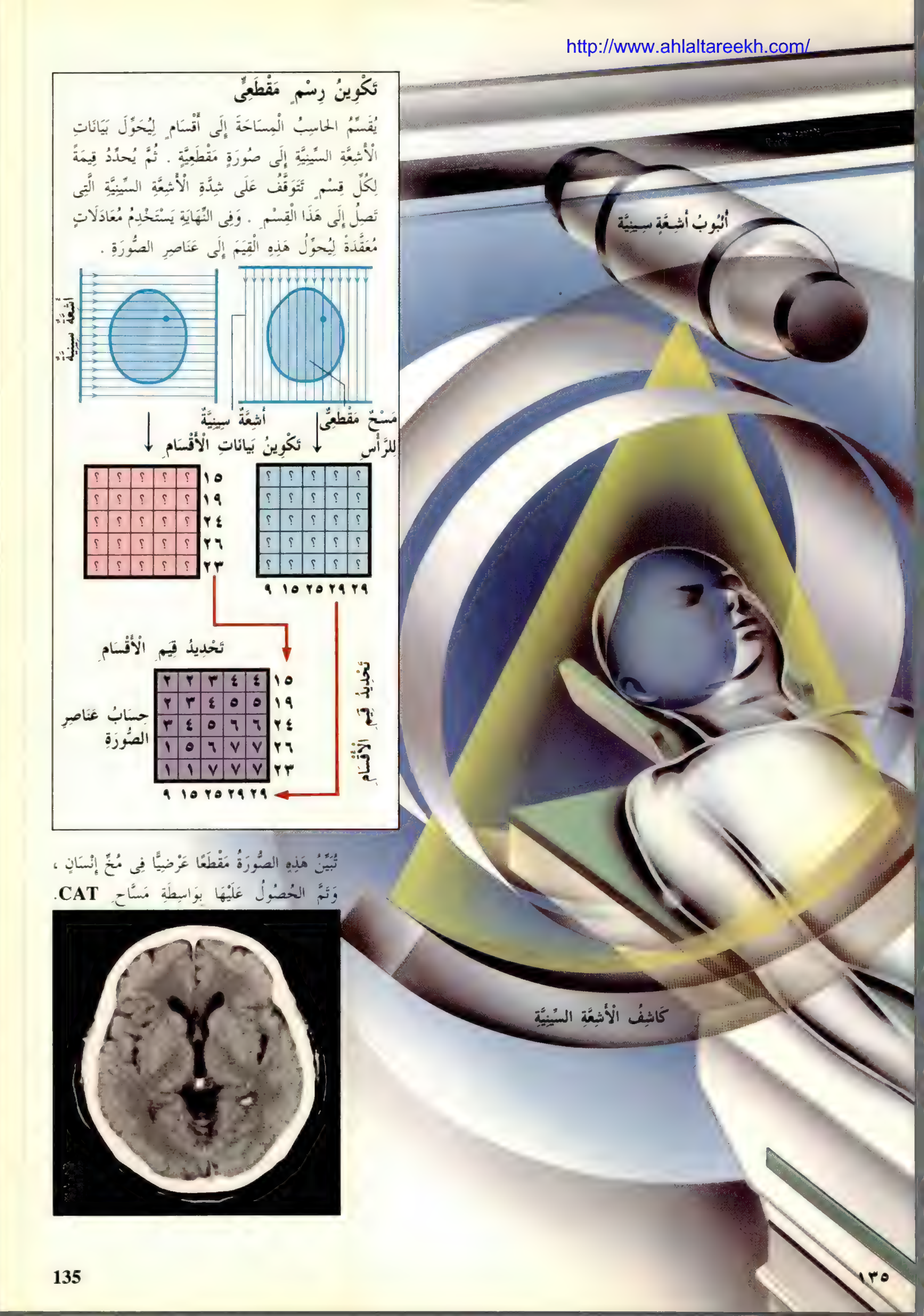
دَقَائِقُ مَشْحُونَةٌ

شُعَاعٌ سِينِيٌّ (X)

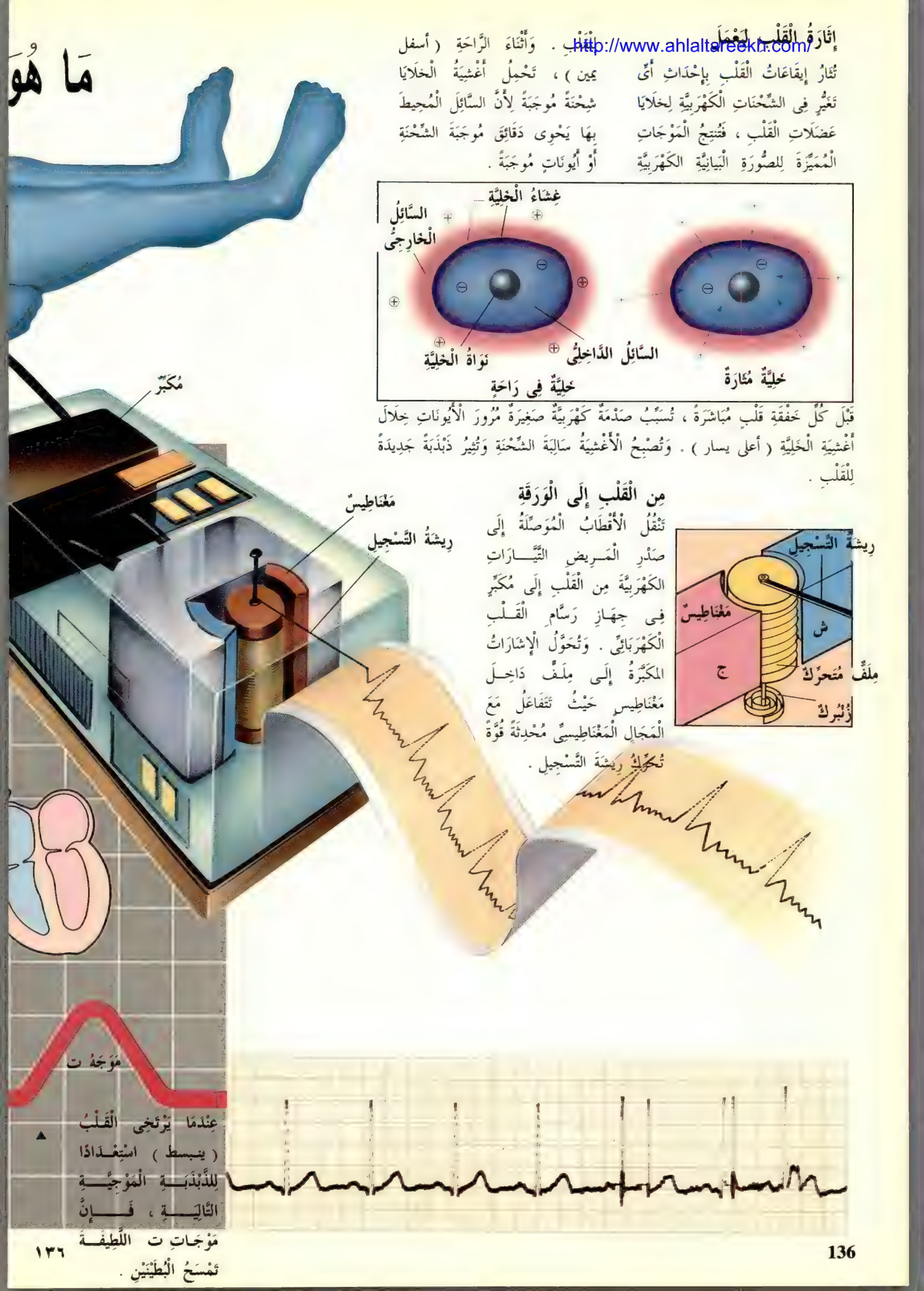
تَيَّارٌ كَهْرَبِيٌّ إِلَى الْكُمْبِيُوتَر

نَافِذَةُ الدُّخُولِ

تَحْوِي بَعْضُ الْكَاشِفَاتِ غَازَ الزِّينُونِ . وَعِنْدَمَا تَصْدِمُ الْأَشِعَّةُ السِّينِيَّةُ الْغَازَ يُنْتِجُ دَقَائِقَ مَشْحُونَةً تُوَلِّدُ تَيَّارًا كَهْرَبِيًّا يُحَوِّلُهُ الحاسِبُ إِلَى صُورَةٍ .



تُبَيِّنُ هَذِهِ الصُّورَةُ مَقْطَعًا عَرْضِيًّا فِي مُخِّ إِنْسَانٍ ، وَتَمَّ الْحُصُولُ عَلَيْهَا بِوَاسِطَةِ مَسَّاحِ CAT.



إثارَةُ الْقَلْبِ لِيَعْمَلَ

تُثارُ إيقاعاتُ الْقَلْبِ بِإحْداثِ أَيِّ تَغَيُّرٍ فِي الشِّحْناتِ الْكَهْرَبِيَّةِ لِخَلايا عَضَلاتِ الْقَلْبِ ، فَتُنتِجُ الْمَوْجاتِ الْمُمَيِّزَةَ لِلصُّورَةِ الْبَيانِيَّةِ الكَهْرَبِيَّةِ لِلْقَلْبِ . وَأَثْناءَ الرَّاحَةِ (أسفل يمين) ، تَحْمِلُ أَغْشِيَةُ الْخَلايَا شِحْنَةً مُوجَبَةً لِأَنَّ السَّائِلَ الْمُحِيطَ بِهَا يَحْوِى دَقائِقَ مُوجَبَةَ الشِّحْنَةِ أَوْ أَيُوناتٍ مُوجَبَةً .

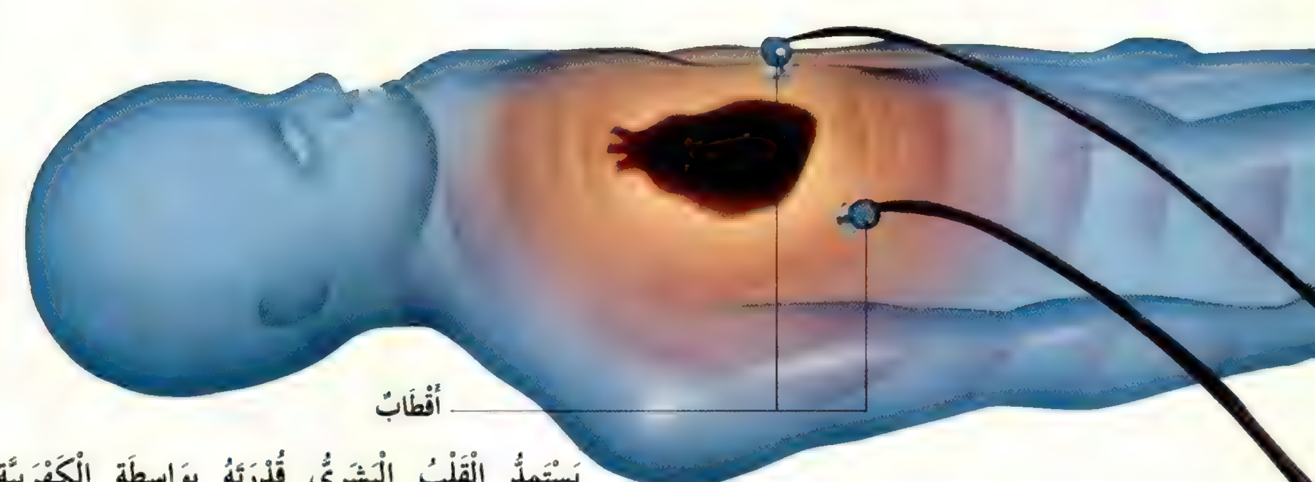
قَبْلَ كُلِّ خَفْقَةِ قَلْبٍ مُباشَرَةً ، تُسَبِّبُ صَدْمَةٌ كَهْرَبِيَّةٌ صَغِيرَةٌ مُرُورَ الْأَيُوناتِ خِلالَ أَغْشِيَةِ الْخَلِيَّةِ (أعلى يسار) . وَتُصْبِحُ الْأَغْشِيَةُ سالِبَةَ الشِّحْنَةِ وَتُثِيرُ ذَبْذَبَةً جَدِيدَةً لِلْقَلْبِ .

مِنَ الْقَلْبِ إِلَى الْوَرَقَةِ

تَنْقُلُ الْأَقْطابُ الْمُوَصَّلَةُ إِلَى صَدْرِ الْمَرِيضِ التَّيَّاراتِ الكَهْرَبِيَّةَ مِنَ الْقَلْبِ إِلَى مُكَبِّرٍ فِي جِهازِ رَسَّامِ الْقَلْبِ الْكَهْرَبائِيِّ . وَتُحَوَّلُ الْإِشاراتُ المُكَبَّرَةُ إِلَى مِلَفٍّ داخِلَ مَغْناطِيسٍ حَيْثُ تَتَفاعَلُ مَعَ الْمَجالِ الْمَغْناطِيسِيِّ مُحْدِثَةً قُوَّةً تُحَرِّكُ رِيشَةَ التَّسْجِيلِ .

▲ عِنْدَمَا يَرْتَخِى الْقَلْبُ (ينبسط) اسْتِعْدادًا لِلذَّبْذَبَةِ الْمَوْجِيَّةِ التَّالِيَةِ ، فَإِنَّ مَوْجاتِ ت اللَّطِيفَةَ تَمْسَحُ الْبُطَيْنَيْنِ .

جِهازُ راسِمِ الْقَلْبِ (EKG) ؟



يَسْتَمِدُّ الْقَلْبُ الْبَشَرِيُّ قُدْرَتَهُ بِواسِطَةِ الْكَهْرَبِيَّةِ . فَقَبْلَ حُدُوثِ كُلِّ خَفْقَةِ قَلْبٍ ، تُوَلِّدُ خَلايا خاصَّةٌ تُسَمَّى الْعُقَدَ وَمضاتٍ كَهْرَبِيَّةً دَقِيقَةً تُنَظِّمُ مَسارَ دَقائِقَ مَشْحُونَةٍ عَلَى طُولِ أَلْيافِ عَضَلاتِ الْقَلْبِ . وَتُحْدِثُ هَذِهِ الْوَمْضَةُ الْكَهْرَبِيَّةُ سِلْسِلَةَ الانْقِباضاتِ الإيقاعِيَّةِ الَّتِى تُكَوِّنُ خَفْقَةَ قَلْبٍ واحِدَةً . وَعِنْدَما تَمُرُّ هَذِهِ الْوَمْضَةُ خِلالَ الْقَلْبِ ، فَإِنَّ سُرْعَتَها وَشِدَّتَها تَتَرَدَّدانِ مَعًا فِى شَكْلٍ مُنْتَظِمٍ . وَقَدْ تُهاجِرُ بَعْضُ الْوَمْضاتِ إِلَى سَطْحِ الْجِسْمِ حَيْثُ يُمْكِنُ مُشاهَدَتُها بِجِهازٍ يُسَمَّى رَسَّامَ الْقَلْبِ الْكَهْرَبائِىِّ . وَتُوَصَّلُ أَقْطابُ رَسَّامِ الْقَلْبِ الكَهْرَبائِىِّ إِلَى صَدْرِ الْمَرِيضِ بِمادَّةٍ هُولامِيَّةٍ خاصَّةٍ (أعلى) . وتَكْشِفُ الأَقْطابُ تَماوُجاتِ تَيَّارِ الْقَلْبِ وَتُوَجِّهُها إِلَى الرَّسَّامِ (أقصى يسار) الَّذِى يُسَجِّلُ التَّغَيُّراتِ كَأَشْكالٍ مَوْجِيَّةٍ عَلَى شَرِيطٍ مُتَحَرِّكٍ مِنَ الْوَرَقِ . وَتُسَمَّى هَذِهِ الأَشْكالُ الصُّورَةَ الْبَيانِيَّةَ الكَهْرَبِيَّةَ لِلْقَلْبِ . فَإِذا كانَ الْمَرِيضُ سَلِيمًا ، فَإِنَّ هَذِهِ الصُّورَةَ تَكُونُ عِبارَةً عَنْ سِلْسِلَةٍ مِنَ الأَشْكالِ الْمَوْجِيَّةِ المُتَكَرِّرَةِ . ولكِنَّ الانْحِرافاتِ عَنْ هَذِهِ الأَشْكالِ تُشِيرُ إِلَى احْتِمالِ اعْتِلالِ الْقَلْبِ .

يَدُلُّ هَذا الرَّسْمُ الكَهرَبائِىُّ لِلْقَلْبِ عَلَى أَشْكالٍ مَوْجِيَّةٍ لِقَلْبٍ سَلِيمٍ . فَمَوْجاتُ ب (P) وَمَوْجاتُ ك ر س (QRS) ، وَمَوْجاتُ ت (T) تُوجَدُ كُلُّها فِى تَتابُعٍ مُنْتَظِمٍ .

مَاذَا تَعْنِى هَذِهِ الْخُطُوطُ الْبَيانِيَّةُ ●

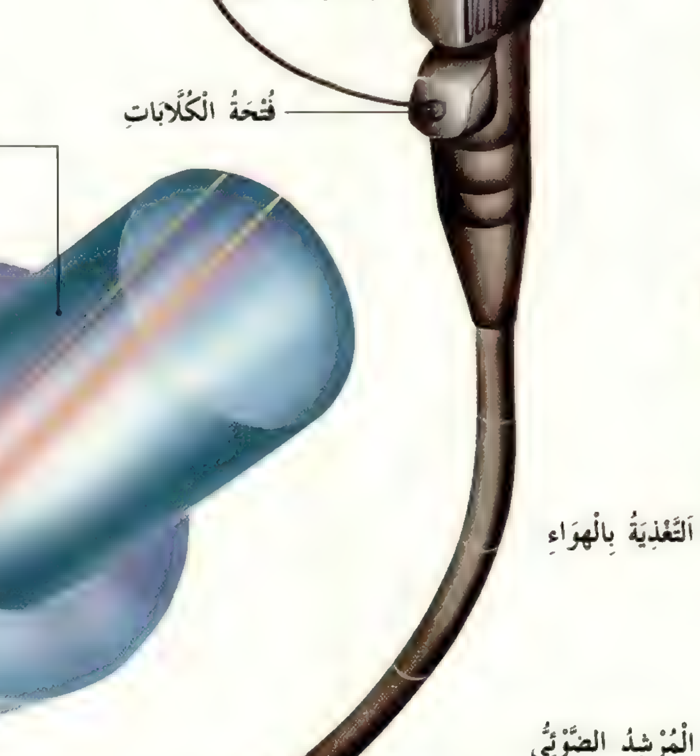
▼ إِثارَةُ الْخَلايا الْعُقَدِيَّةِ لِلْقَلْبِ تُوَلِّدُ تَيَّارًا كَهْرَبِيًّا يَمُرُّ خِلالَ الأُذَيْنَيْنِ عَلَى شَكْلِ مَوْجَةِ ب .

▲ أَثْناءَ انْقِباضِ الْقَلْبِ ، يَتَرَدَّدُ قِطارُ مَوْجاتٍ عالِى السُّرْعَةِ خِلالَ الْبُطَيْنَيْنِ . وَيَظْهَرُ عَلَى الصُّورَةِ الْبَيانِيَّةِ لِلْقَلْبِ كَقِمَّةٍ مُدَبَّبَةٍ أَوْ مَوْجَةِ ك ر س مُعَقَّدَةٍ .

هَلْ تَسْتَطِيعُ الْمَنَاظِيرُ اللِّيفِيَّةُ أَنْ تُوَضِّحَ دَاخِلَ الْجِسْمِ؟

الْمِنْظَارُ اللِّيفِىُّ هُوَ جِهَازٌ لِلرُّؤْيَةِ رَفِيعٌ ثُعْبَانِىُّ الشَّكْلِ يُتِيحُ لِلْأَطِبَّاءِ رُؤْيَةَ دَاخِلِ أَعْضَاءِ جِسْمِ الْإِنْسَانِ . وَأَنْوَاعُهُ الْأُولَى الْمَعْرُوفَةُ بِالْمِجْوَافَاتِ (إندوسكوب) كَانَتْ أَنَابِيبَ صُلْبَةً لَهَا عَدَسَةٌ عَيْنِيَّةٌ عِنْدَ أَحَدِ طَرَفَيْهَا ، وَعَدَسَةٌ شَيْئِيَّةٌ وَمَصْدَرُ إِضَاءَةٍ عِنْدَ الطَّرَفِ الْآخَرِ .

وَرَغْمَ أَنَّ الْمُهَنْدِسِينَ حَسَّنُوا تَدْرِيجِيًّا مُرُونَةَ الْمِجْوَافِ ، إِلَّا أَنَّ الْقُدْرَةَ الْبَصَرِيَّةَ لِلْآلَةِ ظَلَّتْ ضَعِيفَةً إِلَى أَنِ اخْتُرِعَتِ الْأَلْيَافُ الْبَصَرِيَّةُ ، وَهِىَ التَّقْنِيَةُ الَّتِى تَنْقُلُ الضَّوْءَ وَالصُّوَرَ عَبْرَ أَلْيَافٍ مِنَ الزُّجَاجِ أَوِ الْبِلَاسْتِك شَبِيهَةٍ بِالشَّعْرِ . وَفِى الْمِنْظَارِ اللِّيفِىِّ الْحَدِيثِ ، تُحَزَّمُ آلَافٌ مِنْ هَذِهِ الشُّعَيْرَاتِ مَعًا فِى كَابِلٍ رَفِيعٍ مَرِنٍ وَيَمُرُّ الضَّوْءُ الْمُنْبَعِثُ مِنْ مِصْبَاحٍ أَوْ لِيزَرٍ عِنْدَ نِهَايَةِ الْمِسْبَارِ خِلَالَ هَذِهِ الْأَلْيَافِ إِلَى كَامِيرَا فِيدْيُو أَوْ فُوتُوغْرَافِيَّةٍ دَقِيقَةٍ . كَمَا يُمْكِنُ تَثْبِيتُ الْمِنْظَارِ اللِّيفِىِّ بِوَاسِطَةِ كُلَّابَاتٍ وَنَفْثٍ هَوَائِىٍّ وَنَفْثٍ مَائِىٍّ لِإِجْرَاءِ عَمَلِيَّاتٍ طِبِّيَّةٍ صَغِيرَةٍ .



يَحْتَوِى الْمِسْبَارُ الْمَرِنُ لِهَذَا الْمِنْظَارِ اللِّيفِىِّ عَلَى مُرْشِدٍ ضَوْئِىٍّ لِلرُّؤْيَةِ . وَتُسْتَخْدَمُ الْقَنَوَاتُ الْمَارَّةُ خِلَالَ الْمِسْبَارِ لِإِدْخَالِ أَوْ شَفْطِ السَّوَائِلِ أَوِ الْهَوَاءِ ، كَمَا أَنَّهَا تُمْسِكُ الْحَبْلَ الْمُتَّصِلَ بِالْكُلَّابَاتِ الَّتِى قَدْ تَأْخُذُ بَعْضَ عَيِّنَاتِ الْأَنْسِجَةِ .

غِلافٌ يُحَسِّنُ الرُّؤْيَةَ

يُغَطَّى كُلٌّ مِن الْأَلْيَافِ الْبَصَرِيَّةِ بِغِلافٍ خاصٍّ أَوْ كُسْوَةٍ ، لِتَجْعَلَ الْمِنْظَارَ اللِّيفِيَّ يَحْمِلُ أَقْصَى عَدَدٍ مُمْكِنٍ مِن الصُّوَرِ . وَتَعْكِسُ الْكُسْوَةُ الضَّوْءَ إِلَى قَلْبِ الْأَلْيَافِ مَرَّةً أُخْرَى . وَهَذَا يَزِيدُ الضَّوْءَ دَاخِلَ الْأَلْيَافِ وَيَحْتَفِظُ بِتَفاصِيلِ الصُّورَةِ فَلا تُفْقَدُ أَثْنَاءَ مُرُورِهَا فِي ثَنِيَّاتِ الْمِسْبَارِ .



اِلْتَقَطَ مِنْظَارٌ لِيفِيٌّ هَذَا الْمَنْظَرَ لِبِطَانَةِ الْمَعِدَةِ .

اُكْتُشِفَ هَذَا الْوَرَمُ فِي الْقَوْلُونِ بِوَاسِطَةِ مِنْظَارٍ لِيفِيٍّ .

طَرَفُ مِسْبَارِ مِنْظَارٍ لِيفِيٍّ .

لِمَاذَا تَظْهَرُ الْعِظَامُ فِى الصُّوَرِ بِالْأَشِعَّةِ السِّينِيَّةِ ؟

أَوَّلُ صُورَةٍ أُخِذَت بِالْأَشِعَّةِ السِّينِيَّةِ فِى التَّارِيخِ أَظْهَرَتْ عِظَامَ يَدِ امْرَأَةٍ . فَقَدْ وَجَدَ الْفِيزِيَائِىُّ الْأَلْمَانِىُّ وِيلْهِلْم رُونْتِجن (يسار) أَنَّهُ بِوَضْعِ يَدِ زَوْجَتِهِ بَيْنَ مَصْدَرٍ لِلْأَشِعَّةِ السِّينِيَّةِ وَلَوْحٍ فُوتُوغْرَافِىٍّ ، يَسْتَطِيعُ الْحُصُولَ عَلَى صُورَةٍ لِلْعِظَامِ الَّتِى بِدَاخِلِ الْيَدِ . وَلَكِنْ لَمْ تَكَدْ تَظْهَرُ بَاقِى الْمُكَوِّنَاتِ لِتَرْكِيبِ الْيَدِ مِثْلَ الْعَضَلَاتِ . وَتَكْشِفُ الصُّورَةُ بِالْأَشِعَّةِ السِّينِيَّةِ تَرْكِيبَ الْعِظَامِ لِأَنَّ الْأَشِعَّةَ السِّينِيَّةَ تَسْتَجِيبُ بِطُرُقٍ مُخْتَلِفَةٍ لِلْمَوَادِّ ذَاتِ الْكَثَافَاتِ الْمُخْتَلِفَةِ . فَالْمَادَّةُ الْكَثِيفَةُ مِثْلُ الْعِظَامِ تَمتَصُّ مُعْظَمَ الْأَشِعَّةِ السِّينِيَّةِ الَّتِى تَصْدِمُهَا ، فَلَا تُؤَثِّرُ الْأَشِعَّةُ عَلَى الْفِيلْمِ . فَتَظْهَرُ هَذِهِ الْمَنَاطِقُ كَصُوَرٍ بَيْضَاءَ عَلَى الصُّورَةِ بِالْأَشِعَّةِ . أَمَّا الْأَجْزَاءُ الَّتِى تَظْهَرُ مِنْ رَمَادِيَّةٍ إِلَى سَوْدَاءَ فَهِىَ الْمَنَاطِقُ الَّتِى تَأَثَّرَتْ بِالْأَشِعَّةِ السِّينِيَّةِ الَّتِى مَرَّتْ إِلَى الْفِيلْمِ جُزْئِيًّا أَوْ كُلِّيًّا خِلَالَ الْمَوَادِّ الْخَفِيفَةِ مِثْلَ الْأَنْسِجَةِ . وَتَتَرَكَّبُ أَجْهِزَةُ الْأَشِعَّةِ السِّينِيَّةِ مِنْ أُنْبُوبِ الْأَشِعَّةِ السِّينِيَّةِ (أسفل) وَوَحْدَةٍ لِوَضْعِ الْأَلْوَاحِ الْفُوتُوغْرَافِيَّةِ . وَيَحْتَوِى غِطَاءُ الْأُنْبُوبِ عَلَى نَافِذَةٍ تَنْفُذُ مِنْهَا حُزْمَةٌ رَفِيعَةٌ مِنَ الْأَشِعَّةِ تَمُرُّ خِلَالَ الْجِسْمِ الْمُرَادِ تَصْوِيرُهُ عَلَى الْفِيلْمِ بِالْأَشِعَّةِ السِّينِيَّةِ .



فِى عَامِ ١٨٩٥ اكْتَشَفَ الْفِيزِيَائِىُّ الْأَلْمَانِىُّ وِيلْهِلْم رُونْتِجن الْأَشِعَّةَ السِّينِيَّةَ بِالصُّدْفَةِ عِنْدَمَا تَرَكَ بَعْضَ أَلْوَاحِ التَّصْوِيرِ بِجِوَارِ أُنْبُوبٍ مُفْرَغَةٍ مُكَهْرَبَةٍ فَأَصْبَحَتْ غَائِمَةً .

إِنْتَاجُ أَشِعَّةٍ سِينِيَّةٍ

تَعْمَلُ أُنْبُوبُ الْأَشِعَّةِ السِّينِيَّةِ عَلَى نَظَرِيَّةٍ بَسِيطَةٍ : عِنْدَمَا تَصْطَدِمُ إِلِكْتُرُونَاتٌ عَالِيَةُ السُّرْعَةِ بِمَادَّةٍ مَا ، فَإِنَّهَا تُنْتِجُ أَشِعَّةً سِينِيَّةً . وَتَتَحَرَّرُ الإِلِكْتُرُونَاتُ الْمَطْلُوبَةُ بِوَاسِطَةِ فَتِيلَةٍ مُسَخَّنَةٍ دَاخِلَ أُنْبُوبٍ مُفْرَغَةٍ مُكَهْرَبَةٍ . وَتَتَوَجَّهُ هَذِهِ الإِلِكْتُرُونَاتُ إِلَى هَدَفٍ بِوَاسِطَةِ جُهْدٍ عَالٍ يَمُرُّ مِنَ الْقُطْبِ الْمُوجَبِ إِلَى الْقُطْبِ السَّالِبِ ، فَتَنْتُجُ أَشِعَّةٌ سِينِيَّةٌ عَنِ التَّصَادُمِ .

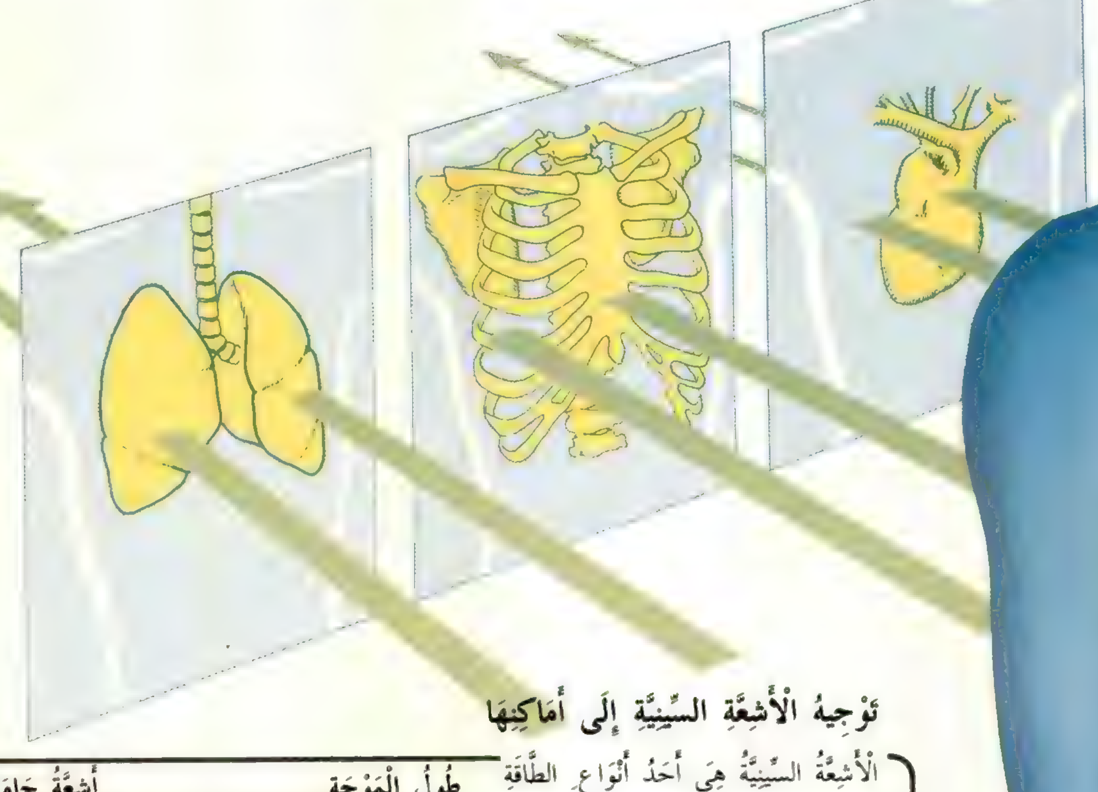


صُوَرٌ ذَاتُ دَرَجَاتٍ

تَتوقَّفُ سُهُولَةُ اخْتِرَاقِ الْأَشِعَّةِ السِّينِيَّةِ لِجِسْمٍ عَلَى كَثَافَةِ هَذَا الْجِسْمِ . وَلِذَلِكَ فَإِنَّ الصُّوَرَ بِالْأَشِعَّةِ السِّينِيَّةِ تُسَجِّلُ دَرَجَةَ اخْتِرَاقِ الْأَشِعَّةِ السِّينِيَّةِ لِلْأَجْزَاءِ الْمُخْتَلِفَةِ مِنَ الْجِسْمِ . وَتَمْتَصُّ الْعِظَامُ مُعْظَمَ الْأَشِعَّةِ السِّينِيَّةِ لِأَنَّهَا أَكْثَفُ مَادَّةٍ فِى الْجِسْمِ ، وَلِذَلِكَ فَإِنَّهَا تُكَوِّنُ أَبْيَضَ الظِّلَالِ عَلَى فِيلْمِ الْأَشِعَّةِ السِّينِيَّةِ . أَمَّا الْجِلْدُ وَالْعَضَلَاتُ وَأَعْضَاءُ كَثِيرَةٌ تَقْتَرِبُ كَثَافَتُها مِنْ كَثَافَةِ الْماءِ فَإِنَّها تَظْهَرُ كَآثَارٍ ضَبَابِيَّةٍ ، أَمَّا الرِّئَتَانِ الْمَمْلُوءَتَانِ هَوَاءً فَإِنَّهُمَا تَسْمَحَانِ بِمُرُورِ مُعْظَمِ الْأَشِعَّةِ السِّينِيَّةِ ، وَنَتِيجَةً لِذَلِكَ يَصْعُبُ تَمْيِيزُ حُدُودِهَا عَلَى الصُّورَةِ .



تَظْهَرُ الْعِظَامُ بِوُضُوحٍ فِى صُورَةِ الصَّدْرِ بِالْأَشِعَّةِ السِّينِيَّةِ .

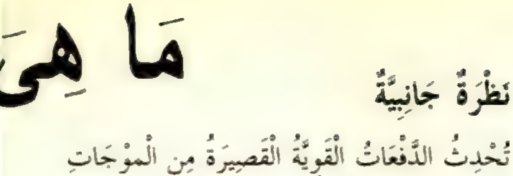


تَوْجِيهُ الْأَشِعَّةِ السِّينِيَّةِ إِلَى أَمَاكِنِهَا

الْأَشِعَّةُ السِّينِيَّةُ هِىَ أَحَدُ أَنْوَاعِ الطَّاقَةِ الضَّوْئِيَّةِ غَيْرِ الْمَرْئِيَّةِ الْمَعْرُوفَةِ بِالْإِشْعَاعِ الْكَهْرُومَغْنَاطِيسِيِّ . وَأَشِعَّةُ جَامَا هِىَ الْوَحِيدَةُ بَيْنَ هَذِهِ الْأَنْوَاعِ الَّتِى لَهَا مَوْجَاتٌ أَقْصَرُ وَطَاقَةٌ أَعْلَى مِنَ الْأَشِعَّةِ السِّينِيَّةِ . وَهَذَا يُفَسِّرُ كَثِيرًا مِنَ الصِّفَاتِ الْخَاصَّةِ لِلْأَشِعَّةِ السِّينِيَّةِ ، مِثْلَ قُدْرَتِهَا عَلَى اخْتِرَاقِ الْأَجْسَامِ الصُّلْبَةِ . وَيُمْكِنُ لِلْأَشِعَّةِ السِّينِيَّةِ أَيْضًا أَنْ تُسَبِّبَ تَغَيُّرًا فِى طَاقَةِ الْإِلِكْتْرُونَاتِ فِى الذَّرَّاتِ الَّتِى تَصْدِمُهَا ، فَتَجْعَلُهَا تَبْعَثُ ضَوْءًا أَوْ تَفْقِدُ إِلِكْتْرُونَاتٍ .

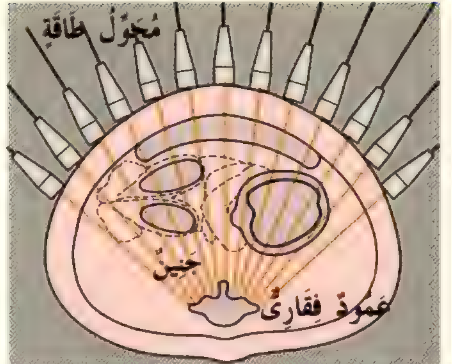
طُولُ الْمَوْجَةِ
متر
١٠-١٢
١٠-١٠
١٠-٨
١٠-٦
١٠-٤
١٠-٢
١٠٥

أَشِعَّةُ جَامَا
الْأَشِعَّةُ السِّينِيَّةُ
الْأَشِعَّةُ فَوْقَ الْبَنَفْسَجِيَّةِ
الضَّوْءُ الْمَرْئِىُّ
تَحْتَ الْحَمْرَاءِ
تَحْتَ الْحَمْرَاءِ الْبَعِيدَةُ
مَوْجَاتُ اللَّاسِلْكِىِّ (الراديو)

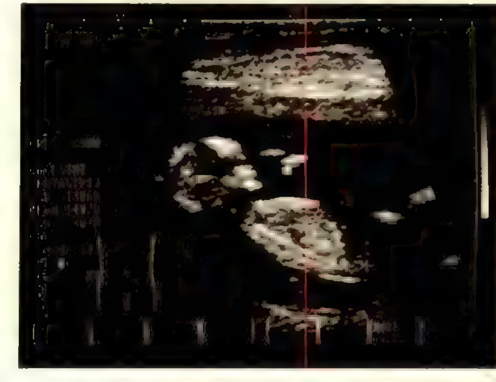


اِسْتِخْدَامُ الصَّوْتِ لِلرُّؤيَةِ .

يَظْهَرُ عَلَى الشَّاشَةِ الرَّأْسُ وَالْأَرْجُلُ .



يَتحرَّكُ مُحوِّلُ الطَّاقَةِ بَعْدَ كُلِّ نَبْضَةٍ .



تَكْشِفُ الْمَوْجَاتُ فَوْقَ الصَّوْتِيَّةِ الْجَنِينَ فِي الرَّحِمِ .

تَحَوُّلُ قِرَاءَاتِ الصَّدَى فَوْقَ الصَّوْتِيِّ إِلَى إِشَارَاتٍ إِلِكْتُرونِيَّةٍ يُكَوِّنُ صُورَةَ فِيدْيُو لِلْجَنِينِ (يمين) . وَالطَّاقَةُ لِلْمَوْجَاتِ فَوْقَ الصَّوْتِيَّةِ غَيْرُ ضَارَّةٍ — عَكْسَ الْأَشِعَّةِ السِّينِيَّةِ — لِأَنَّهَا تُوَلِّدُ ذَبْذَبَاتٍ حَرَكِيَّةً غَيْرَ ضَارَّةٍ ، وَلِهَذَا فَهِيَ تُعْتَبَرُ مِثَالِيَّةً لِلْمُرَاقَبَةِ قَبْلَ الْوِلَادَةِ .

نَظْرَةٌ جَانِبِيَّةٌ

تُحْدِثُ الدَّفَعَاتُ الْقَوِيَّةُ الْقَصِيرَةُ مِنَ الْمَوْجَاتِ فَوْقَ الصَّوْتِيَّةِ صُوَرًا مَقْطَعِيَّةً لِجِسْمِ الْإِنْسَانِ . وَإِلَى الْيَسَارِ يَظْهَرُ مُحَوِّلُ طَاقَةٍ يُرْسِلُ نَبضَاتٍ فَوْقَ صَوْتِيَّةٍ فِي رَحِمِ امْرَأَةٍ حَامِلٍ . وَالنَّبَضَاتُ الَّتِي تَصْدِمُ الْجَنِينَ وَالْعَمُودَ الْفِقَارِيَّ تَرْتَدُّ كَصَدًى . وَيُسَجِّلُ الْكُمْبِيُوتَر شِدَّةَ كُلِّ نَبْضَةٍ وَزَمَنَ وَاتِّجَاهَ صَدَاهَا . وَيَحْسِبُ مِنْ هَذِهِ الْبَيَانَاتِ مَكَانَ وَعُمْقَ الْجِسْمِ الْمُحْدِثِ لِلصَّدَى ، ثُمَّ يُظْهِرُهَا عَلَى الشَّاشَةِ عَلَى شَكْلِ نُقَطٍ مُضِيئَةٍ (أقصى يمين) .

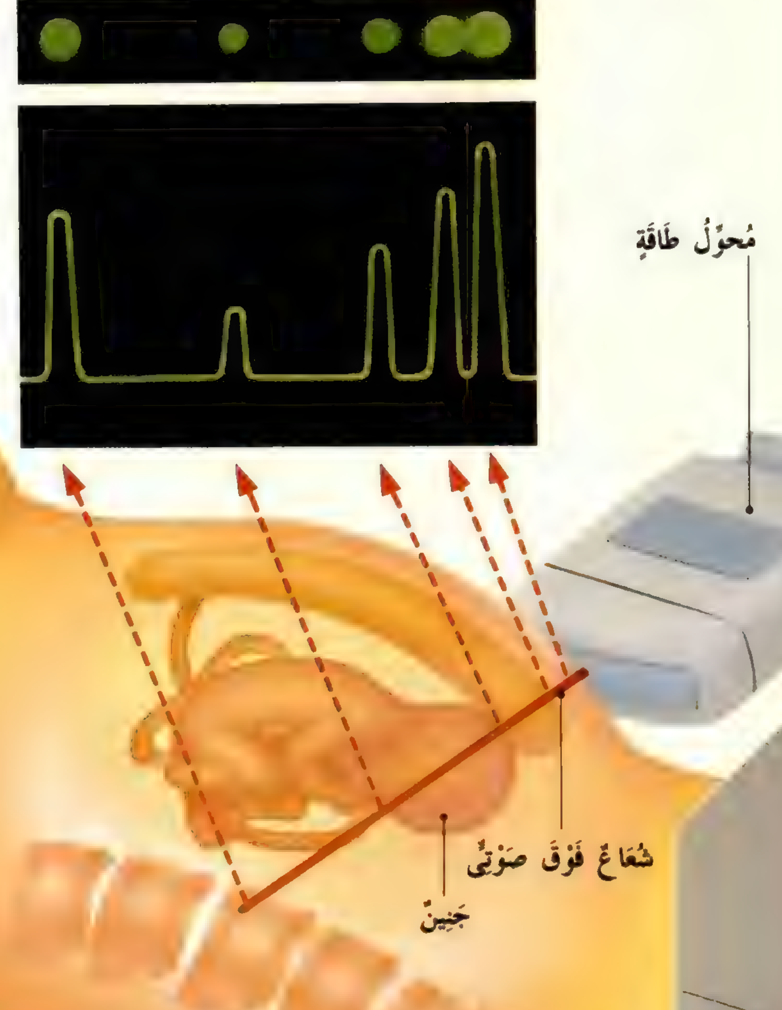
شَاشَةُ فِيدْيُو

لَوْحَةُ تَحَكُّمٍ

مَاسِحٌ فَوْقَ صَوْتِيٌّ مُجَهَّزٌ بِحَاسِبٍ آلِيٍّ .

الصُّوَرُ بِالْمَوْجَاتِ الصَّوْتِيَّةِ ؟

اَلْمَوْجَاتُ فَوْقَ الصَّوْتِيَّةِ هِيَ مَوْجَاتُ الصَّوْتِ فَوْقَ مَدَى السَّمْعِ الْعَادِيِّ . وَيُمْكِنُ تَرْكِيزُهَا مِثْلَ الْأَشِعَّةِ السِّينِيَّةِ لِتَكْشِفَ التَّرَاكِيبَ الْمُخْتَفِيَةَ فِي جِسْمِ الْإِنْسَانِ . وَبَيْنَمَا تَنْسَابُ مَوْجَاتُ الصَّوْتِ الْعَادِيَّةُ حَوْلَ الْأَجْسَامِ ، فَإِنَّ الْمَوْجَاتِ فَوْقَ الصَّوْتِيَّةِ تَرْتَدُّ عَلَى الْأَجْسَامِ مُكَوِّنَةً صَدًى . وَيُمكِنُ أَنْ يَتَحَوَّلَ هَذَا الصَّدَى إِلَى صُورَةٍ لِلْجُزْءِ الدَّاخِلِيِّ مِنَ الْجِسْمِ بِوَاسِطَةِ جِهَازٍ يُسَمَّى مَسَّاحَ الْمَوْجَاتِ فَوْقَ الصَّوْتِيَّةِ . وَتُؤَدَّى هَذِهِ الْوَظِيفَةُ الْهَامَّةُ بِفَضْلِ مُحَوِّلِ طَاقَةٍ يَبْعَثُ الْمَوْجَاتِ فَوْقَ الصَّوْتِيَّةِ وَيُحَوِّلُ صَدَاهَا إِلَى إِشَارَاتٍ إِلِكْتْرُونِيَّةٍ . وَتُسْتَخْدَمُ هَذِهِ التَّقْنِيَّةُ فَوْقَ الصَّوْتِيَّةِ كَثِيرًا لِمُلَاحَظَةِ الْأَجِنَّةِ أَثْنَاءَ الْحَمْلِ . وَأَحَدُ الْأَجْهِزَةِ الْمُتَخَصِّصَةِ الْمَعْرُوفُ بِمَسَّاحِ إِزَاحَةِ دُوبْلَر يُمْكِنُهُ حَتَّى مُرَاقَبَةَ قَلْبِ الْجَنِينِ . فَيُوَجِّهُ الْجِهَازُ شُعَاعًا فَوْقَ صَوْتِيٍّ عَلَى الرَّحِمِ ثُمَّ يَتَتَبَّعُ تَغَيُّرَاتِ التَّرَدُّدِ فِي الصَّدَى عِنْدَمَا تَرْتَدُّ مَوْجَاتُ الصَّوْتِ عَنِ الْقَلْبِ الْخَافِقِ وَالدَّمِ الْمُتَحَرِّكِ .



آخِذُ نَبَضَاتٍ عَالِي التَّقْنِيَةِ

يَرْصُدُ مُحَوِّلُ الطَّاقَةِ دَقَّاتِ قَلْبِ الْجَنِينِ بِتَوْجِيهِ شُعَاعٍ فَوْقَ صَوْتِيٍّ نَحْوَ الْجَنِينِ . وَتَنْعَكِسُ الْمَوْجَاتُ عَلَى الْجُزَيْئَاتِ الْمُتَحَرِّكَةِ فِي دَمِ الْجَنِينِ ، فَتَحْدُثُ إِزَاحَاتٌ فِي تَرَدُّدَاتِ صَدَى الْمَوْجَاتِ يُمْكِنُ قِيَاسُهَا وَيُتَرْجِمُ حَاسِبٌ آلِيٌّ هَذِهِ الْإِزَاحَاتِ إِلَى دَقَّاتٍ لِلْقَلْبِ .

لِمَاذَا تُعْتَبَرُ سَمَّاعَةُ الطَّبِيبِ (الْمِسْمَاعُ) مُفِيدَةً؟

قَبْلَ اخْتِرَاعِ سَمَّاعَةِ الطَّبِيبِ عَامَ ١٨١٦ ، كَانَ الْأَطِبَّاءُ يَسْتَمِعُونَ إِلَى إِيقَاعَاتِ الْقَلْبِ بِوَاسِطَةِ ضَغْطِ آذَانِهِمْ عَلَى صَدْرِ الْمَرِيضِ . وَلَكِنَّ الْهَوَاءَ بَيْنَ الْأُذُنِ وَالصَّدْرِ كَانَ يُضْعِفُ الدَّقَّاتِ الْخَافِتَةَ لِصِمَامَاتِ الْقَلْبِ عِنْدَمَا تُغْلَقُ ، لِذَا كَانَ الْفَحْصُ بَالِغَ الصُّعُوبَةِ وَغَيْرَ دَقِيقٍ .

وَتُقَلِّلُ سَمَّاعَةُ الطَّبِيبِ الْحَدِيثَةُ التَّشَوُّهَ الصَّوْتِيَّ الَّذِى يُحْدِثُهُ الْهَوَاءُ . كَمَا أَنَّهَا تَمْنَعُ أَيْضًا الْأَصْوَاتَ الْخَارِجِيَّةَ . وَتَتَّصِلُ أُذَيْنَتَانِ مُنَاسِبَتَانِ لِلْأُذُنِ بِوَاسِطَةِ أَنَابِيبَ مَرِنَةٍ مِنَ الْمَطَّاطِ إِلَى صَدْرِ جِهَازِ رَصْدٍ يُكَبِّرُ وَيَنْقُلُ أَصْوَاتَ الْقَلْبِ وَالرِّئَتَيْنِ .

وَلِلرَّاصِدِ الصَّدْرِىِّ جَانِبَانِ عَادَةً ، أَحَدُهُمَا جَرَسٌ قَلِيلُ الْعُمْقِ ذُو إِطَارٍ مِنَ الْمَطَّاطِ يَلْتَقِطُ النَّغَمَاتِ مُنْخَفِضَةَ التَّرَدُّدِ ، وَعَلَى الْجَانِبِ الْآخَرِ غِشَاءٌ يُشْبِهُ الطَّبَقَ يَعْزِلُ الْأَصْوَاتَ عَالِيَةَ التَّرَدُّدِ . وَهَذَا النَّوْعُ مِنَ الرَّاصِدِ يُسَاعِدُ الطَّبِيبَ عَلَى سَمَاعِ مَدًى عَرِيضٍ مِنَ الْأَصْوَاتِ . وَلِذَلِكَ فَإِنَّ سَمَّاعَةَ الطَّبِيبِ أَدَاةٌ حَيَوِيَّةٌ لِتَشْخِيصِ الْأَعْرَاضِ غَيْرِ الْعَادِيَّةِ لِلْقَلْبِ .

الْمِسْمَاعُ الْأَوَّلِىُّ

فِى أَوَائِلِ الْقَرْنِ التَّاسِعَ عَشَرَ ، بَدَأَ الْعَالِمُ الْفَرَنْسِىُّ رينيه لاَينيك الاسْتِمَاعَ إِلَى صُدُورِ مَرْضَاهُ بِوَاسِطَةِ أُنْبُوبٍ مِنَ الْوَرَقِ الْمَلْفُوفِ وَبَعْدَ قَلِيلٍ ، اكْتَشَفَ لاَينيك أَوَّلَ مِسْمَاعٍ ، وَكَانَ عِبَارَةً عَنْ أُسْطُوَانَةٍ خَشَبِيَّةٍ طُولُهَا قَدَمٌ لَهَا أُذَيْنَةٌ مُسْتَدَقَّةُ الطَّرَفِ .

معانى المصطلحات

Accumulator : (**مركم**) : أداة لتخزين الموائع الساخنة قبيل تحويلها إلى بخار .

Aileron : (**جنيح**) : أسطح متحركة عند أحرف الأجنحة ، للتحكم فى انعراج الطائرات أو الصواريخ .

Amplitude : (**اتساع**) : قيمة ذروة الموجة .

Analog data : (**بيانات قياسية**) : المعلومات المتصلة الممثلة بموجة أو جهد كهربى .

Analog/digital (A/D) converter : (**محول قياسى (تناظرى) / رقمى**) أداة تقوم بتقسيم الإشارات القياسية إلى نبضات رقمية متتابعة .

Anode : (**مصعد**) : القطب الكهربى الذى يجمع ويجذب الإلكترونات فى الأنابيب الإلكترونية .

Antimony : (**أنتيمون**) : عنصر فلزى يستخدم عادة فى السبائك .

Anvil : (**سندان**) : الفك الثابت فى أداة القياس المسماة بالميكرومتر .

Aperture : (**الحدقة**) : الثقب الذى يسمح بدخول الضوء فى آلة التصوير الضوئى .

Atom : (**الذرة**) : أصغر جسيم من العنصر والذى ما زال يحمل جميع الخواص الكيميائية لذلك العنصر .

Attenuation : (**توهين**) : الاضمحلال التدريجى فى ذروة القمة لإشارة إلكترونية .

Ballistic trajectory : (**المسار القذفى**) : المسار الذى يتبعه مقذوف حر .

Binary code : (**شفرة ثنائية**) : نظام عددى ثنائى ويستعمل رقمى الصفر والواحد فى تمثيل الأرقام .

Bleeder valve : (**صمام نزف**) : فتحة لتفريغ صهريج أو أنبوب .

Caliper : (**قدمة**) : أداة قياس تتكون من فكين محكومين .

Cam : (**حَدَبَة**) : قرص غير منتظم يجبر الجسم الملاصق له أن يتبع مسارًا مطابقًا متأرجحًا .

Capacitor : (**مكثف سعوى**) : أداة لجمع وتخزين الشحنات الكهربية .

Cathode : (**مهبط**) : القطب الكهربى المشع للإلكترونات فى الأنابيب الإلكترونية .

Cathode-ray tube (CRT) : (**أنبوب أشعة المهبط**) : أنبوب مفرغة قادرة على توليد شعاع مركز من سيال الإلكترونات المسماة أشعة المهبط .

Central processing unit (CPU) : (**وحدة معالجة مركزية**) : الجزء من الحاسب الآلى المسئول عن ترجمة وتنفيذ البرامج .

Charge : (**الشحنة**) : مقدار محدد من الكهربية سالب أو موجب ، ناتج عن زيادة أو نقصان عدد الإلكترونات فى الذرة .

Charge-couple device (CCD) : (**أداة تقارن الشحنة**) : دارة من مادة شبه موصلة مجهزة بمجسات ضوئية تحول الصور إلى نبضات كهربية .

Circuit breaker : (**قاطع الدائرة**) : فاصل كهربى يقطع الدائرة الكهربية تلقائيًا عند حدوث أى حالة طوارئ .

Clutch and gearbox : (**القابض وصندوق التروس**) : نظام يقوم بفصل وتوصيل المحرك : ويتحكم فى مقدار القدرة المستغلة .

Combustion chamber : (**غرفة الحريق**) : غرفة فى المحرك يحترق فيها مخلوط الوقود والهواء لتوليد القدرة المحركة .

Commutator : (**عاكس تيار**) : أداة لعكس اتجاه التيار الكهربى .

Compressor : (**مضخة كابسة**) : فى نظام التبريد الجزء المسئول عن ضغط المبرد فى حالته الغازية لرفع درجة حرارته .

Concave : (**مقعر**) : تجويف على شكل إناء .

Condensation : (**تكاثف**) : عملية تحويل الغاز إلى سائل أو صلب .

Condenser : (**المكثف**) : فى البصريات العدسة المجمعة للضوء ؛ فى نظام التبريد ، الجزء المسئول عن إفلات الحرارة وتحويل الغاز إلى سائل .

Conductivity : (**التوصيل**) : المقدرة على نقل التيار الكهربى .

Conduit : (**أنبوب عازل**) : أنبوب أو ماسورة .

Contact : (**تلامس**) : وصلة موصلة للكهرباء لنقل التيار الكهربى .

Covex : (**محدب**) : جزء على شكل السطح الخارجى لكرة .

Core : (**لب أو قلب**) : الجزء الأوسط للمغناطيس الكهربى والمصنع من مادة فرومغناطيسية .

Deadweight valve : (**صمام الحمل الساكن**) : فتحة فى وعاء الطبخ بالضغط ، معاقة بواسطة حمل ساكن يرتفع ذاتيًّا بواسطة ضغط البخار .

Deflection Coil : (**ملف انحراف**) : ملف كهربى يسرى فيه التيار الكهربى مولدًا مَجَالًا مغناطيسيًّا يتحكم فى مسار الشعاع الإلكترونى فى أنبوب المرناة (التلفاز) .

Diaphragm : (**حاجز**): غشاء رقيق أو قرص يجزئى أو يحد من تجويف ، يمكنه الاهتزاز تحت فعل مؤثر مثل الصوت .

Diastole : (**انبساط**) : الإيقاع الطبيعى تمدد القلب لكى تملئ حجيرات القلب بالدم .

Digital data : (**بيانات رقمية**) : المعلومات التى يمكن تمثيلها بمجموعة متدرجة من القيم المحددة بدقة .

Diode : (**صمام ثنائى**) : أداة تسمح بمرور التيار الكهربى فى الدوائر فى اتجاه واحد فقط .

Electrode : (**قطب كهربى**) : موصل كهربى يمكنه بث أو سحب التيار الكهربى من وسط غير فلزى .

Electrodermal : (**كهرباء جلدية**) : ما له علاقة بالخواص الكهربية للجلد .

Electromotive force : (**قوة دافعة كهربية**) : القوة المسببة لانتقال الكهرباء خلال الدائرة على شكل تيار كهربى ، وتقدر بوحدة الفولت .

Electron : (**إلكترون**) : جسيم أولى يحوم حول النواة الذرية ، ويحمل شحنة كهربية سالبة .

Electron tube : (**أنبوب إلكترونى**) : أداة عبارة عن انتفاخ مغلق بإحكام ، به زوج من الأقطاب الكهربية ، تندفع بينهما إلكترونات خلال غاز أو فراغ .

Emulsion : (**مستحلب**) : خليط من مادة حساسة للضوء ومادة هولامية ينشر كطبقة رقيقة على أسطح ألواح أو شرائط التصوير .

Escapement : (**المفوت**) : أداة تستعمل فى الساعات الآلية للتحكم فى سرعة العجلات وذلك بالسماح لسنون العجلة المسننة للانفلات من الشاكوش على فترات منتظمة . الشاكوش والمفوت أنواع من السقاطات .

Evaporation : (**تصعيد أو تبخير**) : العملية المسئولة عن تحويل السائل أو الصلب إلى بخار أو غاز .

Ferromagnetic material : (**مادة فرومغناطيسية**) : أى مادة يمكن إكسابها مغناطيسية ، مثل الحديد .

Fiber optics : (**ألياف بصرية**) : ألياف دقيقة من الزجاج أو الراتنجات ، تستخدم كأداة لنقل البيانات أو الصور عن طريق نبضات ضوئية تنعكس انعكاسًا كليًّا على طول الليف .

Filament : (**فتيل**) : سلك موصل للكهرباء يتوهج عند سريان التيار الكهربى خلاله . ويقوم بعمل المهبط فى الأنابيب الإلكترونية .

Fixer : (**مثبت**) : مركب كيميائى يقوم بالتثبيت الدائم للصور الضوئية الفوتوغرافية وذلك بالتخلص من المادة الفعالة للضوء الزائدة .

Flux : (**فيض**) : خطوط افتراضية تعبر عن اتجاه السيال الحركى للتيارات الكهربية أو المغناطيسية .

Freon : (**فريون**) : الاسم التجارى لطائفة من الغازات والسوائل الفلوروكربونية ، والمستخدمة أساسًا فى عمليات التبريد .

Frequency : (**التردد**) : عدد القمم الموجية التى تتخطى نقطة محددة فى الثانية .

Frisket : (**نشافة**) : وشاح ورق يوضع داخل إطار مكبس الطابعة لمنع انتشار الحبر على الصفحة المطبوعة .

Fulcrum : (**نقطة ارتكاز**) : دعامة تدور حولها الذراع الرافعة .

Galley tray : (**صينية الحروف**) : لوح محدود يستعمل لرص حروف الطباعة .

Galvanometer : (**جلفانومتر**) : أداة تستخدم للكشف عن وجود وشدة التيار الكهربى .

Gamma ray : (**أشعة جاما**) : أكثر الموجات الكهرومغناطيسية طاقة ، وتتميز بأعلى تردد وأقصر طول موجى ، ومصدرها الأساسى الأنوية الذرية غير المستقرة .

Ground : (**الأرضى**) : الوصلة المستخدمة فى توصيل الأجهزة الكهربية بالأرض أو بأى جسم موصل آخر .

Gutta-percha : (**جيتا بركا**) : مادة راتنجية تشبه المطاط ، ذات أصل نباتى .

Gyroaccelerometer : (**مقياس التسارع الدوار**) : أداة تتزن بواسطة جيروسكوب ، لتعين سرعة الطائرات .

Gyrocompass : (**بوصلة دوارة**) : بوصلة ملاحية ، تتكون أساسًا من بوصلة دوارة عديدة الارتكاز — جيروسكوب — وتحدد دائمًا اتجاه الشمال الجغرافى .

Gyropilot : (**الطيار الآلى**) : أداة تحكم إلكترونية ، تحدد اتجاه الطيران .

Gyroscope : (**بوصلة دوارة عديدة الارتكاز — جيروسكوب**) : أداة تدور فى جميع الاتجاهات لتحديد نفس الاتجاه المطلق فى الفضاء ، بدون تأثرها بحركة المركبة .

Hertz "HZ" : (**هرتز**) : وحدة قياس التردد ، وتساوى ذبذبة واحدة فى الثانية ، وتستخدم فى قياس تردد الموجات الإذاعية . واحد كيلو هرتز تعنى ألف ذبذبة فى الثانية .

Impeller : (**دفاعة**) : شفرة أو دوارة تستعمل لنقل الحركة .

Induction : (**الحث**) : العملية التى بواسطتها يقوم جسم ذو خواص كهربية أو مغناطيسية بإنتاج كهرباء أو مغناطيسية أو قوة دافعة كهربية فى جسم آخر غير ملاصق . ويطلق على التيار المتولد نتيجة لهذه العملية بالتيار الحثى .

Inertial guidance : (**التوجيه القصرى**) : يحافظ الصاروخ المنطلق ذاتيًّا ، على مساره المبرمج مسبقًا .

Integral accelerometer : (**مقياس التسارع التكاملى**) : جهاز من مجموعة ثلاثية من مقاييس للتسارع الدوارة لقياس التسارع فى ثلاثة اتجاهات متعامدة لتحديد مسار المركبة .

Integrated circuit (IC) : (**دائرة متكاملة**) : مجموعة كبيرة من الدوائر الإلكترونية الصغيرة مصنعة على دارة سيليكونية دقيقة واحدة .

Interference : (**التداخل**): خاصية ضوئية تصف الحالة الناشئة من زيادة أو اضمحلال فى شدة الضوء عند تلاق موجات الضوء .

Ion : (**أيون**) : لفظ يطلق على الذرة أو الجزىء بعد فقد أو اكتساب إلكترونات وكسب شحنة موجبة أو سالبة ، وبالمثل يطلق على الإلكترون الحر .

Irradiation : (**تشعيع**) : عملية تعريض جسم لإشعاع مثل الأشعة السينية ، أو طاقة مشعة مثل الحرارة أو الضوء .

Microchip : (**دارة دقيقة**) : دار من مادة شبه موصلة يبنى عليها مجموعة كبيرة من الدوائر الإلكترونية الدقيقة .

Micron : (**ميكرون**) : وحدة قياس للأطوال وتساوى جزءًا واحدًا من مليون جزء من المتر .

Microprocessor : (**وحدة معالجة دقيقة**) : وحدة معالجة بيانات مركزية كاملة مدمجة فى دارة دقيقة واحدة .

Microscope : (**مجهر**) : جهاز ضوئى يستخدم مجموعة من العدسات والموجات الكهرومغناطيسية لتكوين صورة مكبرة للأجسام الدقيقة .

Modem : (**مُشكِل**) : أداة إلكترونية تستعمل فى عمليات الاتصال بين الحاسبات عن طريق الخط التليفونى أو وصلات الألياف الضوئية .

Molecule : (**جزىء**) : أصغر جزء من المادة ويحمل جميع مواصفاتها ، ويتكون من ذرة أو أكثر .

Optics : (**بصريات**) : العلم المهتم بخواص الضوء والمرئيات .

Pallet : (**شاكوش الساعة**) : رافعة تسمح بحجز وتحرير عجلة التفويت فى الساعة ، ويحول النبضات من المفوت إلى البندول أو ثقل الاتزان .

Photodetector : (**مجس ضوئى**) : أداة ترسل إشارة كهربية عند تعرضها للضوء .

Photodiode : (**صمام ثنائى ضوئى**) : أداة شبه موصلة يمكنها الإحساس وقياس الضوء وتحويله إلى نبضات كهربية .

Photoelectric cell : (**خلية كهروضوئية**) : أداة يمكنها إنتاج أو تعديل التيار الكهربى كاستجابة للتعرض الضوئى .

Photoelectric tube : (**أنبوب كهروضوئية**) : أنبوب إلكترونى بمهبط حساس للضوء ، ويستعمل بديل للخلية الكهروضوئية .

Photosensitive : (**حساسية ضوئية**) : يتأثر بالضوء أو أى إشعاعات مشابهة مثل الأشعة السينية .

Piezoelectricity : (**كهرباء إجهادية**) : التيار الكهربى أو الاستقطاب الكهربى فى بعض أنواع البلورات عند تعرضها لضغط .

Pinion : (**ترس صغير**) : ترس صغير مصمم ليتقارن مع ترس كبير .

Piston : (**مكبس**) : قرص أو أسطوانة تتحرك نتيجة لضغط من مائع ، أو تحرك مائع داخل غلاف متوافق محكم .

Pitch : (**خطوة أو خطران**) : المسافة الفاصلة بين سنون القلاووظ ، وهى أيضًا حركة مقدمة الطائرة إلى أعلى أو أسفل .

Pixel : (**نقيطة**) : أى من آلاف العناصر المحددة الصغيرة المكونة للصورة على شاشة إظهار الحاسب أو التلفاز .

Pneumatic tube : (**أنبوب هواء مضغوط**) : أنبوب حاوٍ للهواء .

Pole : (**قطب**) أى من الزوجين المختلفين للأجسام الكهربية أو المغناطيسية ، ويكون إما موجبًا أو سالبًا .

Polyurethane : (**عديد اليوريثين**) : مركب كيميائى مُصنع ويشبه المطاط .

Prism : (**منشور**) :جسم شفاف يستخدم لحرف شعاع ضوئى أو لتشتيته إلى مكوناته اللونية الأصلية .

Rack : (**عمود مسنن**) : عمود مسنن على أحد جوانبه ومقترن بترس صغير ليحول الحركة الخطية إلى حركة دوارة أو العكس .

Reed : (**قصبة**) : قطعة رقيقة من الصفيح أو المعدن تهتز عند اصطدامها بتيار من الهواء مصدرة لموجات صوتية .

Resistor : (**مقاومة**) : أداة تعترض مرور التيار الكهربى فى الدوائر الإلكترونية .

Rotor : (**دوار**) : الجزء الدوار فى الآلة ، وغالبا يكون به ريش .

Rudder : (**دفة**) : سطح رأسى متصل بمؤخرة الطائرة أو السفينة يستخدم للتوجيه .

Semiconductor : (**شبه موصل**) : أى مادة تسمح بمرور التيار الكهربى عند درجات الحرارة المرتفعة ، وتعوقه فى درجات الحرارة المنخفضة .

Sensor : (**مجس**) : أى أداة تستعمل للاستدلال على أنواع مختلفة من التأثيرات ، مثل موجات الرادار أو الضوء أو الحركة أو التغيرات فى الحرارة ... الخ .

Shutter : (**مُغلِق**) : أداة تستخدم لغلق وفتح حدقة آلة التصوير الضوئى بهدف تعريض الشريط الحساس للضوء .

Silicon : (**سيليكون**) : عنصر غير فلزى وشبه موصل ، وتصنع منه الدارات الدقيقة .

Silicone : (**سيليكونى**) : مركب كيميائى يصنع من عنصر السيليكون بالإضافة إلى واحد أو أكثر من المواد الأخرى .

Spindle : (**عمود دوران**) : عمود يدور .

Sprocket : (**عجلة مسننة**) : عجلة مسننة تعشق فى سلسلة من الفتحات بأى جسم ، مثل الشريط السينمائى لتحريكه .

Stylus : (**إبرة حاكى**) : إبرة تستعمل لعمل حفر التسجيل على أقراص الحاكى ، وتستعمل أيضًا لاستعادة الصوت السابق تسجيله .

Synchronous motor : (**محرك تزامن**) : محرك كهربى تتناسب سرعة دورانه كليًّا على تردد تيار المنبع الكهربى .

Systole : (**انقباض**) : الانقباض المنتظم الطبيعى للقلب ، مما يدفع بالدم إلى خارج حجراته .

Tailings : (**نفايات الحبوب**) : بقايا أغلفة الحبوب .

Thermal : (**حرارى**) : له علاقة بدرجات وكمية الحرارة .

Thermistor : (**مقاومة حرارية**) : مقاومة يمكنها التحكم فى سريان التيار الكهربى تبعًا لدرجة الحرارة .

Thimble : (**كستبان**) : حلقة أو أنبوب متحركة .

Turbine : (**تربينى**) : آلة تحوى دوار به شفرات ، تدفع بواسطة مائع مثل الماء أو بخاره أو غاز .

Turbo pump : (**مضخة تربينية**) : مضخة تستخدم لتغذية محركات الصواريخ بالوقود .

Ultrasound : (**صوتيات فوق سمعية**) : موجات صوتية ذات ترددات تتخطى قدرة الإنسان على السمع ، أى أكثر من ٢٠ ألف هرتز .

Venturi tube : (**أنبوب اختلاف الضغط**) : أنبوب ضيقة فى الوسط ونهاية واسعة ، تستعمل لقياس سرعة سريان الموائع ، وذلك بخلق فرق ضغط بين طرف الأنبوب .

Vernier : (**ورنية**) : مقياس فرعى متحرك على تدريج رئيسى ثابت ، لتحديد كسور من أجزاء المقياس الرئيسى .

Virtual image : (**صورة تقديرية أو تخيلية**) : الصورة المتكونة بواسطة عدسة أو مرآة .

Voltage : (**الجهد**) : القوة الدافعة المسببة لحركة الإلكترونيات خلال الدوائر لتوليد التيار الكهربى ، وتقاس بوحدة الفولت .

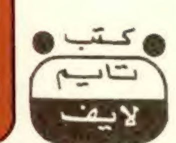
Watt : (**الوات**) : مقياس للقدرة الكهربية الناتجة من قيم محددة للتيار والجهد الكهربى .

Wavelength : (**الطول الموجى**) : المسافة الفاصلة بين قمتين متتاليتين لموجة .

Wave train : (**رتل موجى**) : زمرة متلازمة من الموجات المتماثلة على فترات متساوية .

X-ray : (**أشعة سينية**) : أشعة ذات طاقة عالية ، تنحصر فى مدى الأشعة الكهرومغناطيسية بين أشعة جاما والأشعة فوق البنفسجية .

Yaw : (**انعطاف**) : الحركة المضطربة لمقدمة ومؤخرة الطائرة بالتأرجح من جانب إلى الآخر .



دائـــرة معـــارف القرن الحادى والعشرين
للعلوم والتكنولوجيا المتطورة والطبيعة

الاشـراف العـام العـلمـى واللغـوى والتـربوى

الأستاذ أسامة عبد الكريم السكرى .... وكيل أول وزارة التربية والتعليم (سابقاً)
الأستاذ الدكتور حسن محمد عبد الشافى .... وكيل أول وزارة التربية والتعليم
الأستاذ عبد الجليل حماد .... وكيل وزارة التربية والتعليم

المراجـعـة العـلمـيـة المتخصصة

الأساتذة بكليات الهندسة والعلوم والآداب والتربية والبنات بجامعات القاهرة وعين شمس والأزهر والأسكندرية

أ.د. محمد أديب رياض غنيمى | أ.د. محيى الدين عبد اللطيف قناوى | أ.د. منصور محمد حسب النبى
أ. مراد إبراهيم الدسوقى | أ.د. محمد أحمد حمودة | أ.د. محمد سمير عبد المعز
أ.د. محمد صابر سليم | أ.د. فتحى محمد أبو عيانة | أ.د. علاء الدين بهجت

التـرجـمـة

المتـرجـمـون المتـخـصـصـون والأعـضـاء بالمنظمـات العـربيـة والتـعـليم

أ. جمال سليمان عبد الرحيم | أ. عبد الرؤوف محمد حسنين | أ. ريهام أسامة السكرى
أ. غادة أسامة السكرى | أ. محمد نبيل عبد الله محمود | أ. ميسرة محمد عبد الرحمن
أ. صفوت عبد الحافظ صابر

مستشار الطباعة: أحمد عارف حسن الزين
المستشار الفنى: عـــادل البـطـراوى

دار الكتاب المصرى - القاهرة
٣٣ شارع قصر النيل. تليفون: ٣٩٢٢١٦٨/ ٣٩٣٤٣٠١/ ٣٩٢٤٦١٤
ص.ب.: ١٥٦ - الرمز البريدي: ١١٥١١ - برقياً: كتامصر - القاهرة
تلكس: ATT: Mr. Hassan El - Zein 23881, 22481 - القاهرة
فاكسميلي ٣٩٢٤٦٥٧ (٢٠٢) FAX: (202) 3924657

دار الكتاب اللبنانى - بيروت
شارع مدام كوري - تجاه فندق بريستول - بيروت
تليفون: ٣٥١٤٣٣
صندوق بريد: ٨٣٣٠ - ١١ بيروت - لبنان. برقياً: داكلبان
فاكسميلي ٣٥١٤٣٣ (٩٦١١) FAX: (9611) 351433
TELEX: DKL 23715 LE ATT: Mr. HASSAN El - ZEIN

كتب تايم لايف TIME LIFE BOOKS
رئيس تنفيذى TREVOR LUNN
مدير تنفيذى HANS BERGMANS
Time - Life Books Europe
Ottho Heldringstraat 5
1066 AZ Amsterdam
The Netherlands
Tel : 5104911
Fax: 6140438

الطبعة الأولى ١٤١٧ هـ - ١٩٩٧ م
AD 1997 - H 1417
رقم الايداع: ٩٥ / ٧٠١٦
I.S.B.N. 977 - 238 - 647 - 6